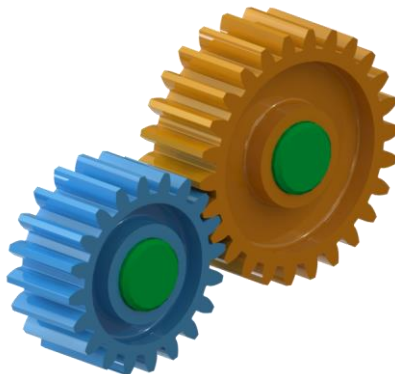


## **Programa Roda Dentada V3.0**

Todos os direitos reservados.

Referente a versão 3.0.0.35

### **Manual do usuário.**



## **Introdução.**

Obrigado por você ter escolhido o programa Roda Dentada.

Dentre todos os elementos de máquinas usados, engrenagens são itens importantes, por sua facilidade de uso e sua complexidade nos cálculos.

O dentado de uma engrenagem segue um método matemático, que é igual mundialmente em todos os sistemas. Então por que temos diversas normas de engrenagens? Para fazermos o dimensionamento quanto aos esforços e vida útil da engrenagem.

Dentre todas as necessidades que o usuário tem com engrenagens, sabemos que a maioria precisa calcular uma engrenagem, sem necessariamente saber quanto ela vai durar ou os esforços e velocidades envolvidas.

Dessa necessidade surgiu o programa Roda Dentada, que faz com rapidez os cálculos de engrenagens, fornecendo todas as informações que o usuário precisa para o uso em peças de reposição, sistemas de engrenamentos, desenho do perfil do dente, engenharia reversa e muito mais.

O programa Roda Dentada foi desenvolvido para ser fácil e rápido. Seus recursos diretos e intuitivos trazem velocidade ao manuseio, com um mínimo de treinamento.

O programa Roda Dentada foi desenvolvido com alta tecnologia em programação, dando ao usuário um software rápido e moderno.

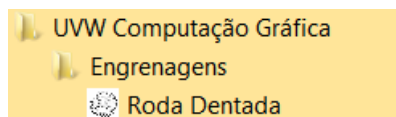
A abrangência desta versão é de cálculos de engrenagens cilíndricas de dentes retos e helicoidais, externas e internas, sem fim e coroa e cálculo de tempo de corte com caracol.

# Capítulo 1 – Como iniciar o programa Roda Dentada

## 1.1 – Iniciando o Roda Dentada

Após ser instalado o programa Roda Dentada pode ser iniciado pelo Windows da seguinte forma:

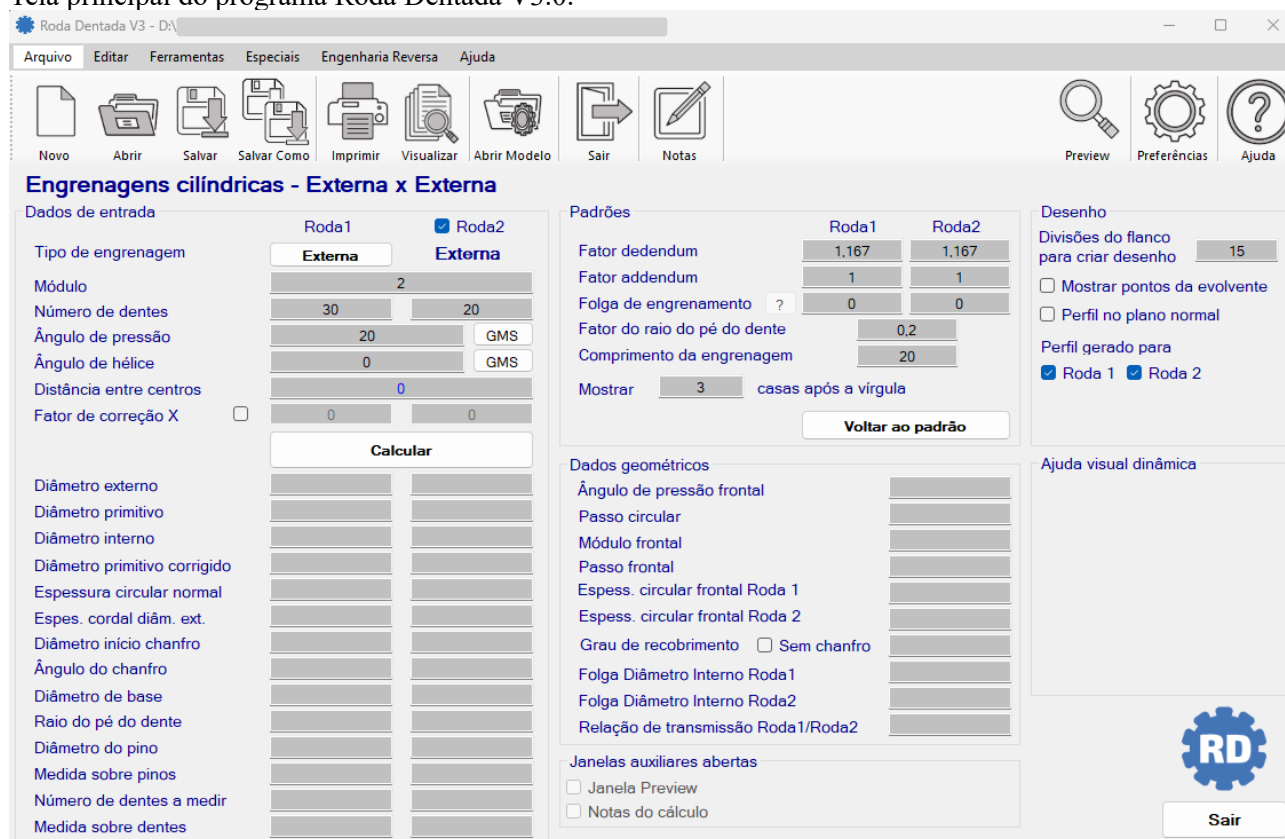
Menu iniciar:



Ou dando 2 cliques no ícone na área de trabalho:



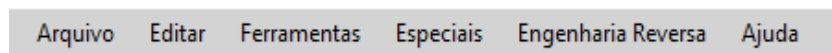
Tela principal do programa Roda Dentada V3.0:



O programa Roda Dentada foi desenvolvido para rodar com uma resolução mínima de 1366 x 768. O módulo de Sem-fim e Coroa precisa de uma resolução vertical de 900. Se seu computador tem uma resolução de tela menor que essa será necessário fazer uma atualização da placa gráfica e ou do monitor do computador.

A tela principal do programa é dividida entre menus e campos de dados.

Menus:

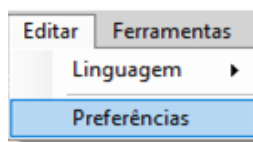


Campos de dados  
:

Módulo	2	
Número de dentes	30	20
Ângulo de pressão	20	GMS
Ângulo de hélice	0	GMS

## 1.2 – Ajustando as preferências do usuário.

O usuário pode ajustar o Roda Dentada para rodar com suas preferências acessando o menu **Editar – Preferências**.



A seguinte janela de configuração é mostrada:



**Preferências do Roda Dentada**

**Geral**

- ☐ Notas do cálculo visível ao iniciar
- ☒ Imprimir relatório/texto completo

**Cor do fundo das janelas**

☐ Cinza ☐ Preto ☐ Branco

☐ Azul ☐ Verde ☐ Violeta

☐ Ciano ☐ Vermelho ☐ Gelo

**Cor do Texto**

☐ Turquesa Médio

☒ Azul escuro

**Linguagem**

☒ Português Brasil 

☐ Inglês

**Fator inicial de cálculo**

	Roda 1	Roda 2
Fator Addendum	1	1
Fator Dedendum	1,167	1,167
Fator pé do dente		0,2
Comprimento da engrenagem		20

**Constantes da Engrenagem de Recâmbio**

Constante da Divisão: 12

Constante do Diferencial: 4

**Janela de Preview**

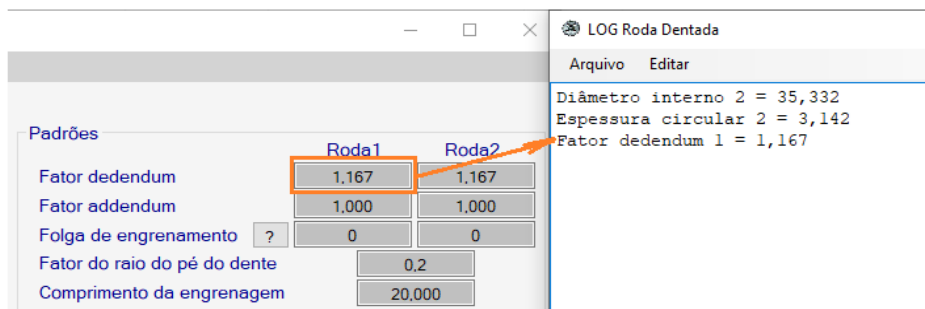
☐ Janela de Preview visível ao iniciar

Fator de escala: 3,837

**Sair e Salvar**

**Notas do cálculo visível ao iniciar** = Mostra a janela de LOG do sistema onde o usuário pode escrever, anotar os dados do cálculo e depois imprimir, copiar e colar onde desejar. Essa janela livre elimina a necessidade de uso de um bloco de papel para anotações. Seu uso é muito simples:

Para anotar um valor no LOG o usuário deve dar um duplo click com o mouse sobre o campo que desejar guardar o valor, e ele é registrado no LOG.



Também é possível escrever e apagar qualquer valor no LOG. Funções de copiar e colar também podem ser usadas. O LOG é zerado quando o usuário sai do programa Roda Dentada V3.

**Imprimir relatório completo** = Esta função habilita a impressão do relatório com os dados extras do cálculo de engrenagens e do módulo de usinagem de dentes do Roda Dentada.

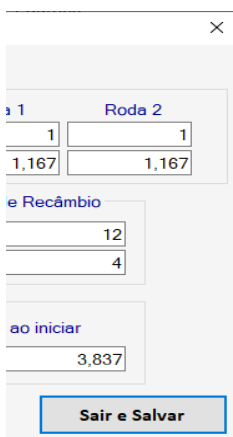
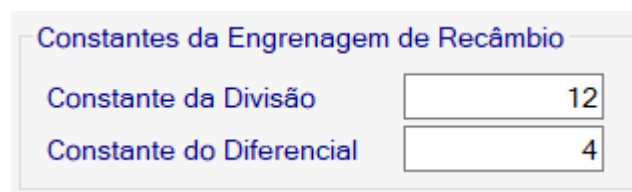
**Cor do fundo das janelas** = O usuário pode escolher entres as cores disponíveis a que mais lhe agrada para o trabalho.

**Cor do Texto** = O Usuário pode controlar a cor do texto da interface.

**Fator inicial de cálculo** = O usuário pode aqui definir quais os valores dos fatores de addendum e dedendum para início de um novo cálculo. Se durante um cálculo esses valores forem desrespeitados, os campos correspondentes na janela principal ficarão amarelos, indicando uma engrenagem fora do padrão inicial.

**Constantes da engrenagem de recâmbio** = O usuário pode deixar registrado as constantes de sua máquina para uso no módulo de engrenagens de recâmbio.

**Janela de Preview** = O usuário pode indicar se deseja que a janela de Preview seja automaticamente aberta quando o Roda Dentada V2 for iniciado. O fator de escala serve para ajustar taxa de proporção entre a tela e a medida real.



= se o usuário clicar no X para fechar, as preferências alteradas não serão salvas e o sistema descarta qualquer modificação do usuário.

= se o usuário clicar no botão Sair e Salvar as configurações ficam salvas e o programa será sempre iniciado da forma configurada.

## Capítulo 2 – Como fazer um cálculo com o programa Roda Dentada


Existem duas situações previstas para o uso com o programa Roda Dentada V3.0:

1. O cálculo rápido onde o usuário precisa de algum dado ou desenho e depois vai sair do programa sem salvar o arquivo.
2. O cálculo completo onde o usuário vai nomear seu cálculo, gerar o relatório impresso e o desenho dos dentes. O usuário deseja salvar o cálculo para uso posterior.

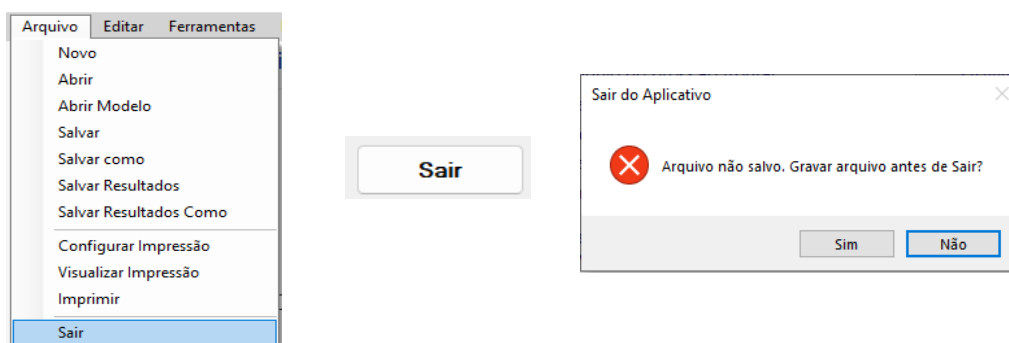
### 2.1 - Fazendo um cálculo rápido.

Após iniciado o programa ele já está pronto para uso. O usuário pode colocar os dados e executar todos os cálculos sem que o cálculo esteja salvo. Ao final do uso o usuário pode salvar o cálculo se desejar.

Existem 2 métodos para sair do programa, um pelo menu sair e outro pelo ícone de fechar janela. Apesar de serem similares, uma diferença de ação foi criada para maior versatilidade de uso:

 Clicando-se no ícone fechar janela, o programa se encerra imediatamente.

Usando o menu Arquivo, comando Sair ou o botão Sair, o programa verifica se os dados foram salvos e caso negativo, pergunta ao usuário se ele deseja salvar o cálculo. Respondendo SIM, uma janela se abre e o programa permite que o usuário escolha a pasta e nome do arquivo onde os dados serão salvos.

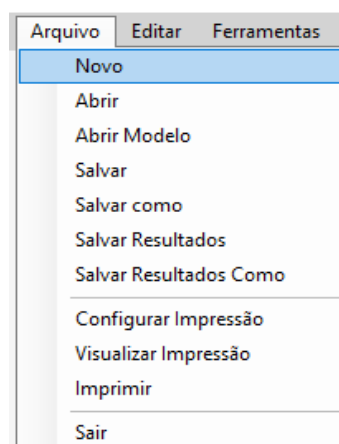


### 2.2 – Fazendo um cálculo com nome para salvamento.

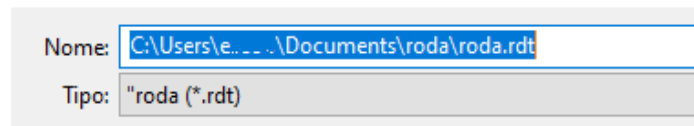
Caso o usuário necessite fazer um cálculo que deva ser salvo para consultas posteriores, o caminho correto de uso é:

2.2.1 - Inicia-se o programa Roda Dentada V3.0,

2.2.2 – Clica-se no menu Arquivo e escolhe-se Novo.



Uma janela é mostrada e o usuário pode escolher o local de salvamento do arquivo.



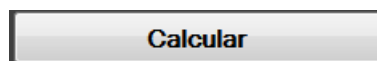
O nome do arquivo criado pelo programa Roda Dentada V3.0 tem a extensão .rdt

Atenção: O comando Novo não faz o salvamento e nem cria o arquivo. Ele apenas nomeia o cálculo para posterior salvamento com o comando Salvar ou Salvar como.

Após a conclusão do comando Novo, o usuário pode fazer seus cálculos e clicar sempre que necessário em Arquivo – Salvar, para salvar os valores no arquivo nomeado.

## Capítulo 3 – Inserindo valores

Existem 6 botões que executam os cálculos.



Executa o cálculo inicial após o usuário entrar com os dados. Cria o arquivo de pontos e o DXF do perfil do dente. Se os valores dos diâmetros externo ou interno foram alterados pelo usuário, mantém os mesmos com os valores do usuário, a não ser que seja aplicável o recálculo. O arquivo de desenho gerado estará na pasta onde o arquivo foi salvo, com o mesmo nome, acrescentado de ".DXF".

**Atenção:** Se o arquivo DXF estiver aberto em um visualizador externo o Roda Dentada não conseguirá reescrever o arquivo devido a restrições do sistema operacional. Nesse caso o Roda Dentada avisará o usuário para fechar o arquivo no visualizador.

Clicar no Botão "Calcular" executa as seguintes ações:

- 1) Calcula engrenagem com os dados fornecidos.
- 2) Gera o arquivo DXF do desenho dos dentes.
- 3) Cria as coordenadas dos pontos que podem ser mostrados com a opção "Mostrar pontos da evolvente"
- 4) Prepara o relatório de impressão do cálculo.



Permite que o usuário altere os valores dos diâmetros externos e internos da engrenagem calculada, os valores do diâmetro do pino para a medida sobre pinos e o número de dentes a medir. Se os diâmetros externos e internos alterados mudarem o fator de addendum e dedendum, os campos deles ficarão em amarelo indicando que o padrão estabelecido nas preferências foi ignorado. Isso não é um erro.

**Engrenagens cilíndricas - Externa x Externa**

**Dados de entrada**

	Roda1	Roda2
Tipo de engrenagem	Externa	Externa
Módulo	2,000	
Número de dentes	30,000	20,000
Ângulo de pressão	20,000	GMS
Ângulo de hélice	0,000	GMS
Distância entre centros	50,000	
Fator de correção X	0,000	0,000
<b>Recalcular</b>		
Diâmetro externo	64,000	44,000
Diâmetro primitivo	60,000	40,000
Diâmetro interno	55,3	35,332

**Padrões**

	Roda1	Roda2
Fator dedendum	1,175	1,167
Fator addendum	1,000	1,000
Folga de engrenamento	?	0
Fator do raio do pé do dente		0,2
Comprimento da engrenagem		20,000
Mostrar	3	casas após a vírgula
<b>Voltar ao padrão</b>		

**Desenho**

Divisões do flanco para criar desenho: 15

☐ Mostrar pontos da evolvente

☐ Perfil no plano normal

Perfil gerado para: ☒ Roda 1 ☒ Roda 2

**Criar pontos e Desenho DXF**

**Dados geométricos**

	Roda1	Roda2
Ângulo de pressão frontal		20,000
Passo circular		6,283
Módulo frontal		2,000

**Ajuda visual dinâmica**

**Criar pontos e Desenho**

Cria o arquivo de pontos da evolvente e o DXF com o desenho do dente, que pode ser lido em um sistema CAD e CAM.

Clicar no Botão "Criar pontos e Desenho" executa as seguintes ações:

- 1) Gera o arquivo DXF do desenho dos dentes com os novos diâmetros.
- 2) Cria as coordenadas dos pontos que podem ser mostrados com a opção "Mostrar pontos da evolvente"
- 3) Prepara o relatório de impressão do cálculo.

**Atenção:** Se o arquivo DXF estiver aberto em um visualizador externo o Roda Dentada não conseguirá reescrever o arquivo devido a restrições do sistema operacional. Nesse caso o Roda Dentada avisará o usuário para fechar o arquivo no visualizador.

**Recalcular**

Este botão só aparece se algum dos dados de entrada for alterado pelo usuário. Os campos de valores ficam vermelhos mostrando que não são mais válidos.

**Recalcular Total**

Este botão só aparece após o uso do botão Ajustar dados. Este botão recalcula os dados que ficaram inválidos com os ajustes do usuário.

**Criar pontos e Desenho**

Este botão só aparece se os pontos da evolvente e desenho DXF precisarem ser atualizados. Recria os arquivos de pontos e DXF com os ajustes feitos nos diâmetros externos e internos.

Clicar no Botão "Criar pontos e Desenho" executa as seguintes ações:

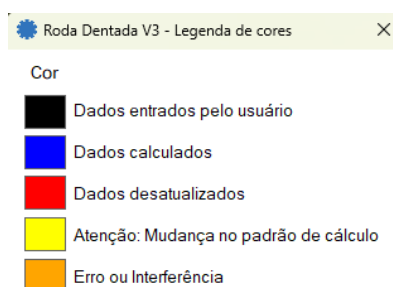
- 1) Gera o arquivo DXF do desenho dos dentes com os novos diâmetros.
- 2) Cria as coordenadas dos pontos que podem ser mostrados com a opção "Mostrar pontos da evolvente"
- 3) Prepara o relatório de impressão do cálculo

**Atenção:** Se o arquivo DXF estiver aberto em um visualizador externo o Roda Dentada não conseguirá reescrever o arquivo devido a restrições do sistema operacional. Nesse caso o Roda Dentada avisará o usuário para fechar o arquivo no visualizador.

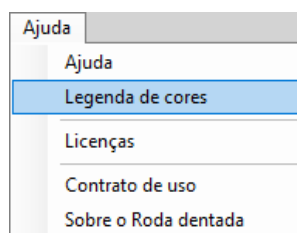
**Recalcular com ajustes**

Este botão só aparece se o usuário alterar os diâmetros dos pinos, diâmetro externo e número de dentes a medir. Serve para recalculer os valores influenciados pelos ajustes.

O programa Roda Dentada V3.0 usa uma convenção de cores para ajudar o usuário a identificar os dados inseridos, calculados e o que precisa ser atualizado.



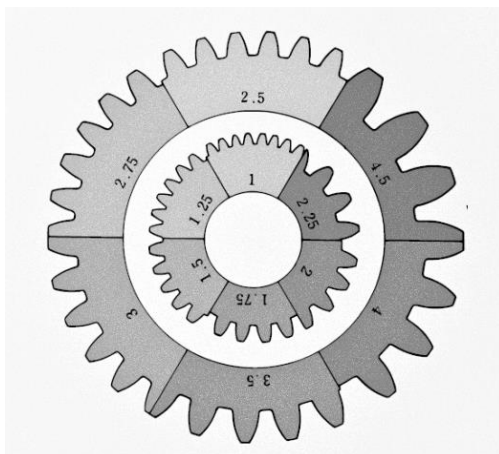
Uma janela com a legenda pode ser visualizada a qualquer momento usando-se o menu Ajuda, Legenda de cores





## Capítulo 4 – Dados de entrada e saída da região Dados de Entrada.

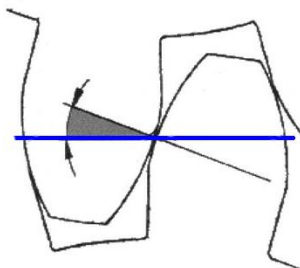
**Módulo.** Valor em mm. Determina o tamanho da engrenagem. Todos os cálculos de uma engrenagem são baseados no módulo. A alteração deste campo após o cálculo zera todos os valores ajustados pelo usuário e recalcula as engrenagens.



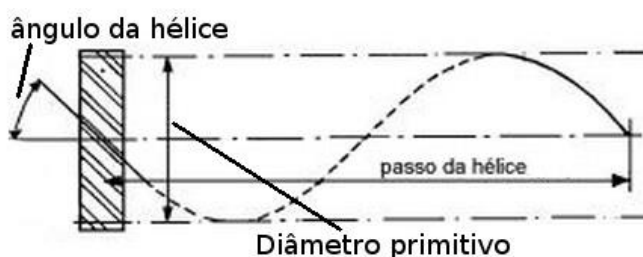
**DICA:** Para zerar todos os ajustes e voltar ao cálculo padrão, redigitar o módulo com o mesmo valor e clique em Recalcular.

**Número de dentes.** Sem unidade. Determina o número de dentes de uma engrenagem. Colocando-se o valor no campo 1 e 2 o programa calcula o par de engrenagens, fornecendo a distância entre centros real. Desligando a opção Roda2 o programa calcula apenas a Roda1.

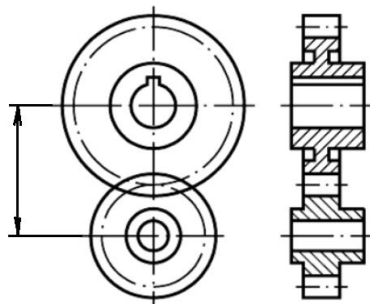
**Ângulo de pressão.** Valor em graus. O ângulo de pressão determina a linha de contato sobre o diâmetro primitivo dos dentes da engrenagem. Seu valor define o formato do dente. Os valores mais comuns são 14.5 - 20 - 22.5 - 25 - 30. A maioria das engrenagens são feitas com o ângulo de pressão de 20 graus.



**Ângulo de hélice.** Valor em graus. O ângulo de hélice é usado para aumentar a linha de contato dos dentes, criando engrenagens que, sendo do mesmo tamanho das de dentes retos, conseguem transmitir mais carga. É usado como fator de otimização, onde as engrenagens de dentes helicoidais permitem normalmente mais suavidade de movimento, menor ruído no engrenamento e maior capacidade de carga. Os valores usados ficam geralmente abaixo de 30 graus. O valor de cálculo é sobre o diâmetro primitivo.



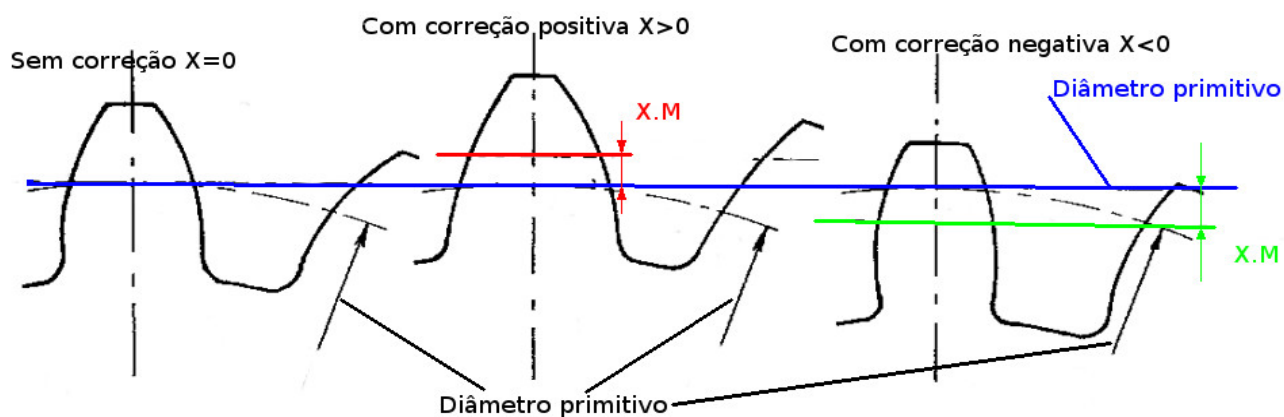
**Distância entre centros.** Valor em mm. É a soma dos 2 raios primitivos das duas engrenagens que fazem o par. Para engrenagens com correção, o programa calcula a distância real entre centros.



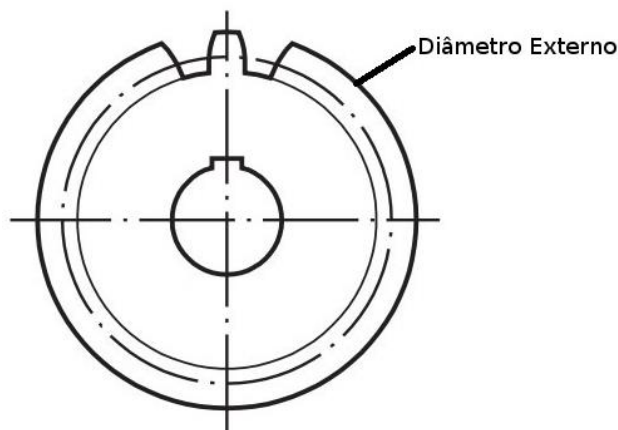
**Fator de correção X.** Sem unidade. Valor de deslocamento do perfil para ajuste da distância entre centros ou para otimização de engrenagens. Seu uso comum é fazer encaixar 2 engrenagens em uma distância entre centros real, diferente da calculada. Também usado como otimização para garantir maior capacidade de carga e maior suavidade de marcha.

Se não ligado pelo usuário o programa admite o Fator X como 0 (zero) para as duas rodas.

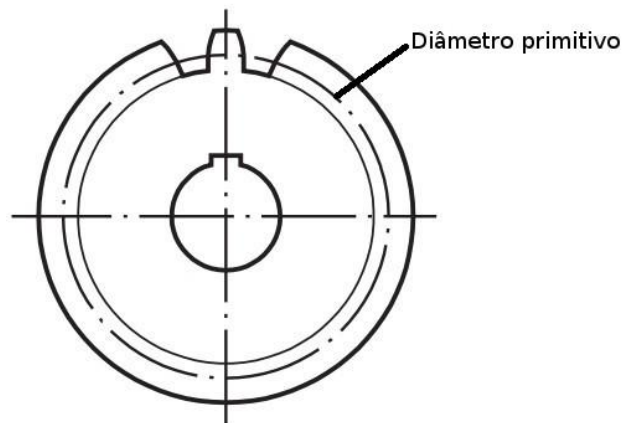
Para manter a distância entre centros inalterada, a soma dos fatores de correção das duas engrenagens deve ser igual a zero (0).



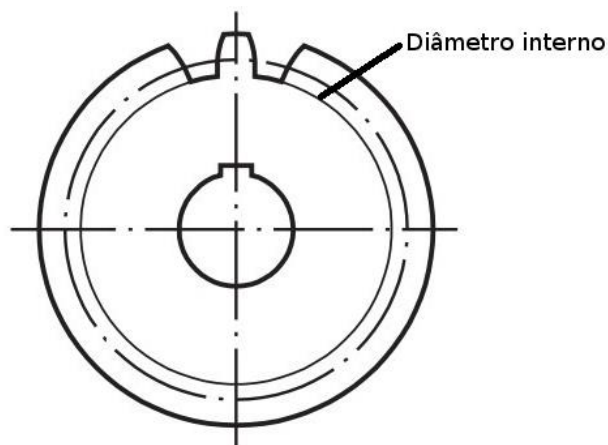
**Diâmetro externo.** Valor em mm. Diâmetro externo da engrenagem. Seu valor depende do Fator de addendum. De modo geral, seu valor é definido como duas vezes o Addendum mais o diâmetro primitivo.



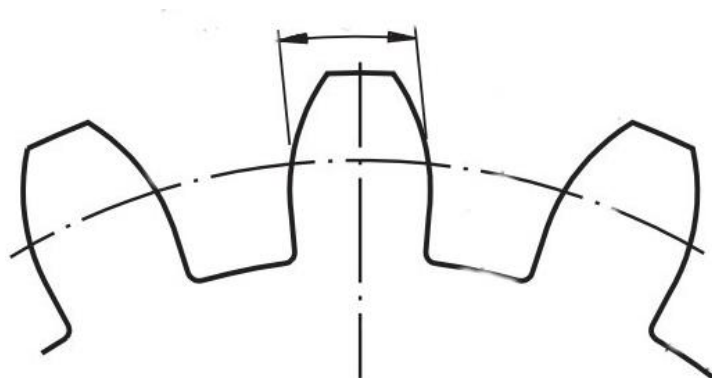
**Diâmetro primitivo.** Valor em mm. O diâmetro primitivo não existe fisicamente na engrenagem. Ele é usado como base de cálculo para os outros diâmetros. Seu valor é sempre o mesmo independentemente da correção da engrenagem.



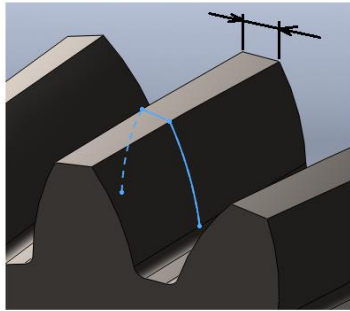
**Diâmetro interno.** Valor em mm. O diâmetro interno é o valor do círculo que passa pela parte mais baixa do dente, chamada de pé do dente. Seu valor é calculado como o diâmetro primitivo menos 2 vezes o dedendum.



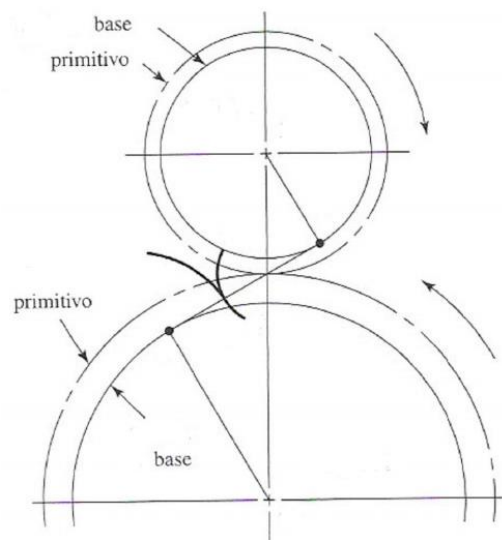
**Espessura circular.** Valor em mm. É o comprimento do arco do diâmetro primitivo compreendida entre os dois flancos dos dentes. Também chamada de espessura do dente no diâmetro primitivo.



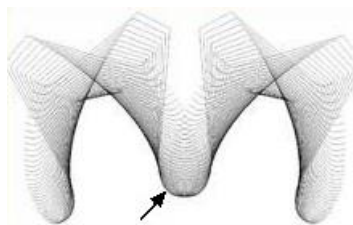
**Espessura Cordal no diâmetro externo.** Valor em mm. Valor da espessura do dente no diâmetro externo. Pode ser considerado como a espessura na cabeça do dente. Valores muito pequenos devem ser evitados.



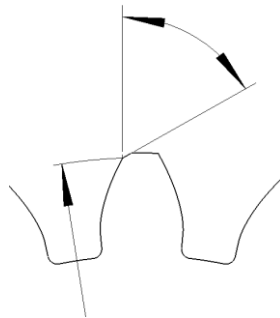
**Diâmetro de base.** Valor em mm. O diâmetro de base não existe fisicamente na engrenagem. Esse diâmetro é a base para criação da evolvente. Como não existe evolvente abaixo do diâmetro de base, engrenagens com número de dentes reduzidos terão seu engrenamento comprometido. O cálculo do número mínimo de dentes de uma engrenagem deve ser usado para evitar esse comprometimento.



**Raio do pé do dente.** Valor em mm. Raio colocado entre o flanco do dente e o diâmetro interno. Geralmente assumido como 20% do módulo. Esse raio é feito na ferramenta que gera a engrenagem. Se a ferramenta for uma fresa módulo, a engrenagem sairá com um raio. Se a engrenagem for gerada por cortador caracol ou fellows, esse raio na engrenagem será substituído por uma curva, com o perfil próximo do raio, resultante da geração. Essa curva se chama trocoide.



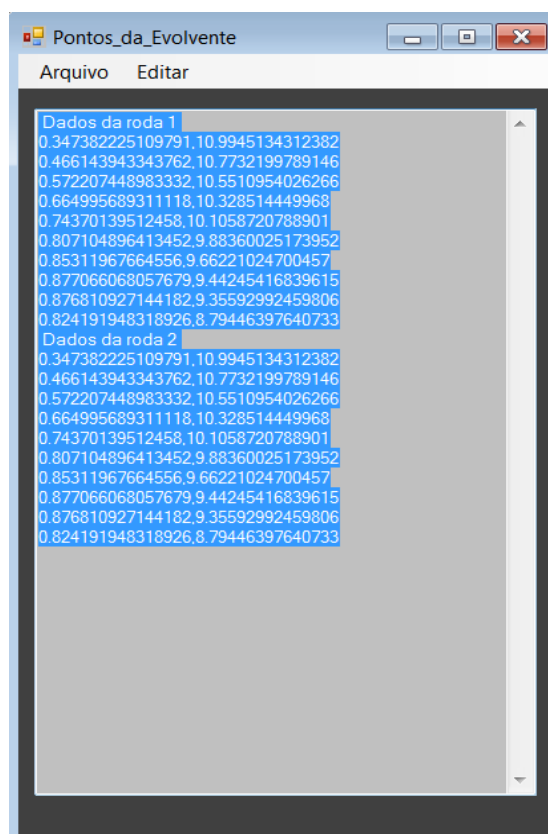
**Diâmetro do início do chanfro e ângulo do chanfro.** Valor em mm. Diâmetro e ângulo sugerido para início do chanfro na cabeça do dente. O chanfro é usado para eliminar cantos cortantes. O uso de chanfro é opcional. Colocar um chanfro na engrenagem diminui o grau de recobrimento e com isso, a capacidade de carga é reduzida.



## Capítulo 5 – Dados da região Desenho.

**Divisões do flanco para desenho.** Sem unidade. Número de retas que serão criadas para o desenho do dente em pontos ou DXF. Quanto maior esse número mais preciso é a geometria do desenho do perfil criado. A divisão é feita considerando-se a altura total do dente. Se o dente tiver 10mm de altura e for escolhido 10 divisões, teremos divisões de 1mm. Caso o diâmetro de base estiver acima do diâmetro interno, o número de divisões do flanco pode ser um pouco menor, porque não existe evolvente abaixo do diâmetro de base.

**Mostrar pontos evolvente.** Mostra ou esconde uma janela com o conjunto de coordenadas X e Y da lateral do dente. Esses pontos podem ser copiados e colados em outro software ou editor.

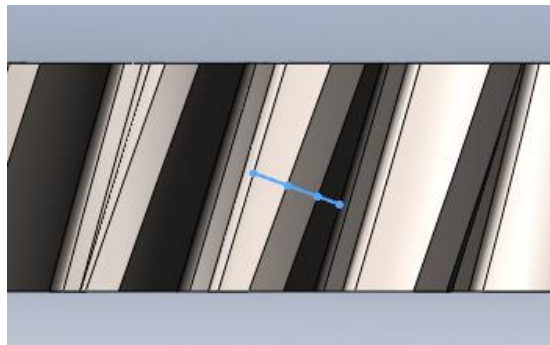
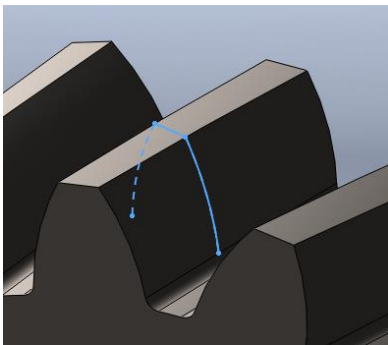


Os pontos são criados no sistema cartesiano, onde o ponto 0,0 é o centro da engrenagem. A listagem apresenta as coordenadas da roda 1 e roda 2 se ela existir. Somente a lateral direita do dente é criada. O lado esquerdo é o espelho do lado direito.

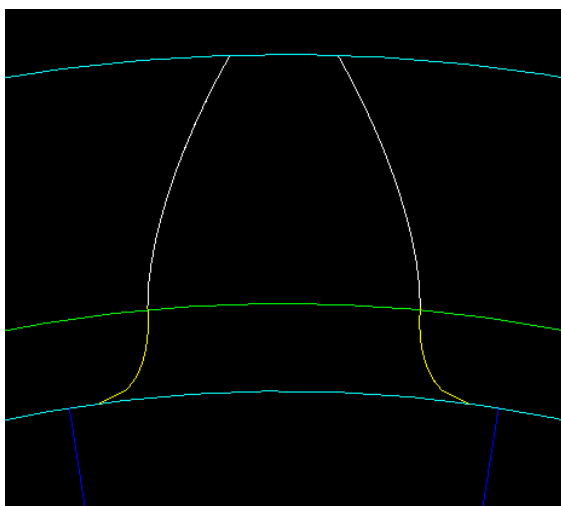
O texto já vem selecionado e já está na área de transferência do Windows, bastando colar em um CAD, CAM ou qualquer outro software que aceite textos.

A janela permite que apenas uma parte da lista seja selecionada. Para copiar apenas essa seleção use o menu Editar, Copiar.

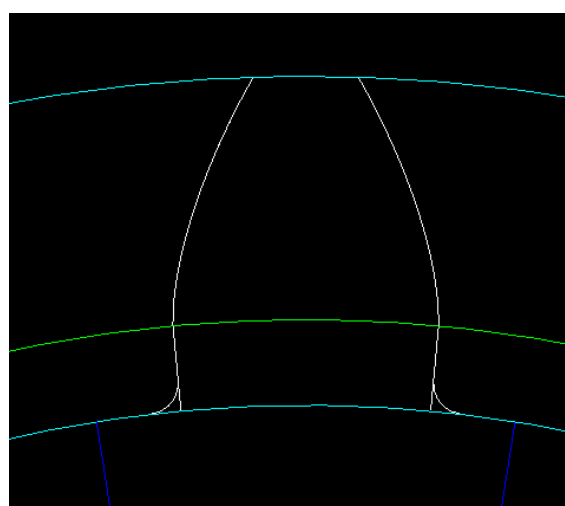
**Perfil no plano normal.** Esta opção só tem ação para engrenagens helicoidais. Cria o desenho do perfil do dente no plano perpendicular ao ângulo de hélice. Este perfil não serve para desenhar o dente em CAD, pois o perfil normal do dente está localizado em uma engrenagem imaginária. Este perfil pode ser usado para análise da engrenagem no plano Normal.



**Perfil gerado.** Esta opção vem marcada como padrão. Faz o desenho dos dentes baseado na geração do dentado por uma ferramenta. Com o processo de geração o raio no pé do dente é substituído por uma curva chamada trocoide. O software considera 3 opções para fazer o desenho do dente. Se o diâmetro de base é menor que o diâmetro interno, a trocoide é substituída por pelo raio do pé do dente. Se o diâmetro de base é maior que o diâmetro interno e o raio do pé do dente é possível, a trocoide é criada. Desligando-se essa opção o Roda Dentada não cria a trocoide e aproxima essa região com uma reta que liga o início da evolvente com o centro da engrenagem. É possível escolher o sistema de desenho independente para cada roda.



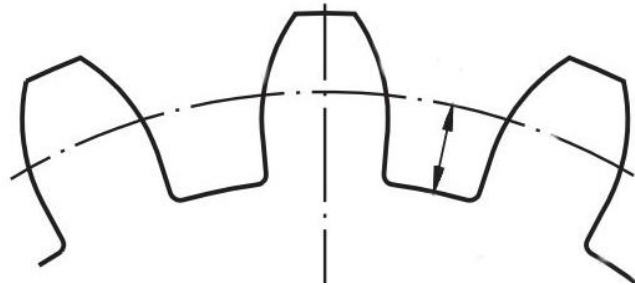
Perfil gerado (curva trocoide)



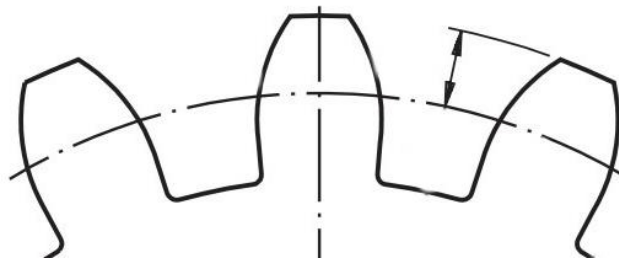
Perfil aproximado (reta)

## Capítulo 6 – Dados da região Padrões.

**Fator Dedendum Roda 1 e 2.** Sem unidade. Valor que multiplicado pelo módulo consiste na altura do pé do dente. O dedendum é o valor do diâmetro primitivo até o diâmetro interno. Geralmente se usa 1,167 ou 1,25.



**Fator Addendum Roda 1 e 2.** Sem unidade. Valor que multiplicado pelo módulo consiste na altura da cabeça do dente. O addendum é o valor do diâmetro primitivo até o diâmetro externo. O valor comum para esse fator é 1. Valores maiores que 1 fazem o dente ficar mais alto, aumentando o grau de recobrimento e possivelmente transmitindo mais carga.



Se os diâmetros Internos e Externos forem mudados pelo usuário, os fatores de addendum e dedendum são marcados de amarelo e atualizados para o novo fator usado. Isso não consiste em um erro e sim um alerta que houve uma alteração no padrão de cálculo.

Arquivo Editar Ferramentas Especiais Engenharia Reversa Ajuda

Novo Abrir Salvar Salvar Como Imprimir Visualizar Abrir Modelo Sair Notas

Preview Preferências Ajuda

### Engrenagens cilíndricas - Externa x Externa

Dados de entrada

	Roda1	Roda2
Tipo de engrenagem	Externa	Externa
Módulo	2,000	
Número de dentes	30,000	20,000
Ângulo de pressão	20,000	GMS
Ângulo de hélice	0,000	GMS
Distância entre centros	50,000	
Fator de correção X	0,000	0,000

Recalcular

	Roda1	Roda2
Diâmetro externo	64,000	44,000
Diâmetro primitivo	60,000	40,000
Diâmetro interno	55,3	35,332

Padrões

	Roda1	Roda2
Fator dedendum	1,175	1,167
Fator addendum	1,000	1,000
Folga de engrenamento	0	0
Fator do raio do pé do dente		0,2
Comprimento da engrenagem		20,000

Mostrar 3 casas após a vírgula

Voltar ao padrão

Dados geométricos

Ângulo de pressão frontal	20,000
Passo circular	6,283
Módulo frontal	2,000

Desenho

Divisões do flanco para criar desenho 15

☐ Mostrar pontos da evolvente

☐ Perfil no plano normal

Perfil gerado para

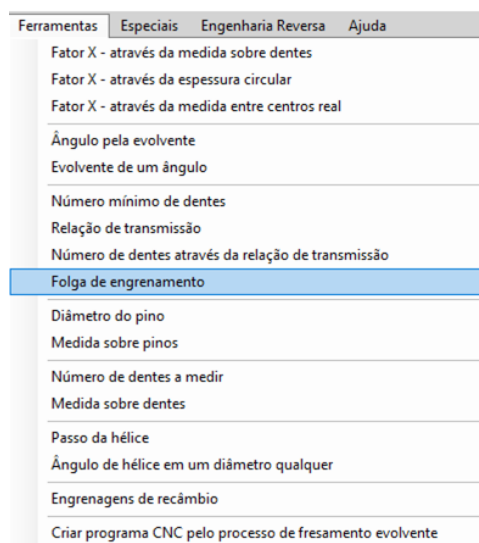
☒ Roda 1 ☒ Roda 2

Criar pontos e Desenho DXF

Ajuda visual dinâmica



**Folga de engrenamento.** Valor em mm. Deixado como zero este valor, as engrenagens são calculadas sem folga de trabalho entre os dentes. É possível se especificar uma folga diferente para cada roda. O valor colocado aqui não é considerado no desenho DXF e no arquivo de pontos da evolvente. É possível ver a folga na janela de Preview. Esta folga tem ação na espessura circular, medidas sobre dentes e sobre pinos. É possível ter uma recomendação de folgas usando o módulo Folga de engrenamento no menu Ferramentas.



Padrões	Roda1	Roda2
Fator dedendum	1,167	1,167
Fator addendum	1,000	1,000
Folga de engrenamento	?	0
Fator do raio do pé do dente	0,2	
Comprimento da engrenagem	20,000	
Mostrar	3 casas após a vírgula	

O módulo de Folga de engrenamento pode ser chamado pelo botão de interrogação na janela principal.

**Fator do raio do pé do dente.** Sem unidade. Valor que multiplicado pelo módulo consiste no raio do pé do dente. O valor de 0.2 é normalmente usado e sugerido pelo sistema.

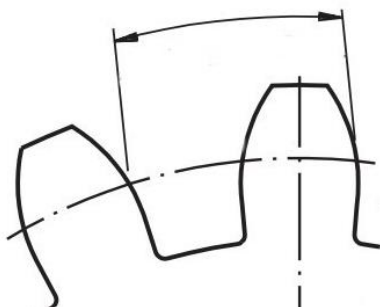
**Comprimento da engrenagem.** Valor em mm. Representa o comprimento da engrenagem. Se as engrenagens tiverem valores diferentes de comprimento, usar o menor valor. Esse campo é usado para calcular o acréscimo do grau de recobrimento quando a engrenagem é helicoidal e para outros controles que dependem do comprimento para serem calculados.

**Mostrar X casas após a vírgula.** Sem unidade. Número de casas após a vírgula mostrada nos resultados. Isso não afeta o cálculo interno do software, que é feito sempre na máxima precisão disponível da biblioteca matemática do sistema operacional. No entanto afeta a entrada dos dados. Se o valor digitado é de 1,23445 e o sistema foi colocado para usar 3 casas após a vírgula, o Roda Dentada vai arredondar para 1,234 e usar esse valor como entrada.

## Capítulo 7 – Dados da região Dados Geométricos.

**Ângulo de pressão frontal.** Valor em graus. Usado apenas em engrenagens helicoidais. Consiste no ângulo de pressão na face da engrenagem.

**Passo circular.** Valor em mm. Valor constante em uma engrenagem determinada pelo Módulo x PI. O passo circular é sempre medido sobre o diâmetro primitivo. As duas engrenagens que formam o jogo terão sempre o mesmo passo circular.





**Módulo frontal.** Valor em mm. Apenas existente em engrenagens helicoidais. Consiste em um módulo equivalente na face da engrenagem e não na seção normal do dente.

**Passo frontal.** Valor em mm. Apenas existente em engrenagens helicoidais. Consiste em um passo equivalente na face da engrenagem e não na seção normal do dentado.

**Espessura circular frontal Roda 1 e 2.** Valor da espessura do dente na face da engrenagem quando ela tem ângulo de hélice.

**Grau de recobrimento.** Quantidade de dentes que estão em contato simultaneamente quando a engrenagem gira. Por exemplo um valor maior que 2 informa que pelo menos 2 dentes estão sempre em contato. Um valor de 1,75 informa que sempre tem 1 dente em contato e em 75% do movimento temos 2 dentes em contato.

**Folga Diâmetro Interno Roda 1.** Mostra a folga existente entre o diâmetro externo da Roda 1 e o interno da Roda 2.

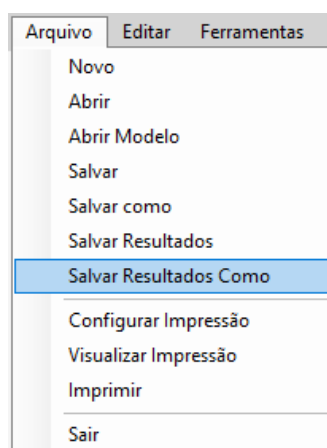
**Folga Diâmetro Interno Roda 2.** Mostra a folga existente entre o diâmetro externo da Roda 2 e o interno da Roda 1.

**Relação de transmissão Roda1/Roda2.** Mostra a relação de transmissão entre as rodas.

## Capítulo 8 – Impressão dos resultados e relatório.

Após o cálculo ter sido executado um relatório pode ser impresso. O relatório do programa Roda Dentada é criado em tempo real conforme o usuário vai usando o programa. Dessa forma a criação do relatório é imediata e criada dentro do ambiente de impressão. O usuário tem uma prévia do resultado da impressão. Usando-se um criador de PDF instalado como impressora, pode-se obter um documento em .pdf do cálculo.

Os dados calculados pelo sistema também podem ser gravados em um arquivo tipo texto. Neste caso o usuário pode escolher as opções “Salvar resultados” ou “Salvar resultados como”:



## Capítulo 9 – Módulos do menu Ferramentas.

O Roda Dentada traz diversos módulos que rodam independente ou em conjunto com o principal para auxiliar no cálculo de uma engrenagem.

Ferramentas	Especiais	Engenharia Reversa	Ajuda
Fator X - através da medida sobre dentes			
Fator X - através da espessura circular			
Fator X - através da medida entre centros real			
Ângulo pela evolvente			
Evolvente de um ângulo			
Número mínimo de dentes			
Relação de transmissão			
Número de dentes através da relação de transmissão			
Folga de engrenamento			
Diâmetro do pino			
Medida sobre pinos			
Número de dentes a medir			
Medida sobre dentes			
Passo da hélice			
Ângulo de hélice em um diâmetro qualquer			
Engrenagens de recâmbio			
Criar programa CNC pelo processo de fresamento evolvente			

Os módulos trazem uma integração entre si sempre que possível, através de um botão chamado **Transferir**.

Transferir e Fechar

Transferir Z1 e Z2

O sistema de integração pelo botão transferir traz inúmeras vantagens sobre um programa que usa o sistema de cálculo linear. Abaixo um exemplo de fluxo de cálculo com o sistema transferir.

### Exemplo de uso do Transferir.

1) O usuário inicia o programa Roda Dentada.

Engrenagens cilíndricas - Externa x Externa			
Dados de entrada		Roda1	<input checked="" type="checkbox"/> Roda2
Tipo de engrenagem		Externa	Externa
Módulo		2	
Número de dentes		30	20
Ângulo de pressão		20	GMS
Ângulo de hélice		0	GMS
Distância entre centros		0	
Fator de correção X	<input type="checkbox"/>	0	0

2) Executa o módulo de relação de transmissão e faz o cálculo para descobrir a relação de transmissão.

Rotações

RPM1	1800
RPM2	733
Relação	2.4556617
Inverso	0.4072222

Atualizar

3) Para descobrir o número de dentes que satisfaça a relação de 2,4556617 usamos o módulo “Número de dentes através da relação de transmissão” e chegamos ao seguinte resultado:

Roda Dentada V3 - Número dentes através da relação de transmissão

### Número de dentes através da relação de transmissão

Módulo	2	Z1 = 113   Z2 = 46   Relação : 2.45652173913043   Dist. entre centros : 159.000
Ângulo de hélice	GMS 0	Z1 = 140   Z2 = 57   Relação : 2.45614035087719   Dist. entre centros : 197.000
Relação de transmissão	2.4556617	
Precisão	0.001	
Número de resultados	50	
Z1 mín. e máx.	16 150	
Z2 mín. e máx.	16 150	

Transferir Z1 e Z2 Atualizar Sair

Existem dois conjuntos de dentes que satisfazem a relação.

4) O usuário escolhe o que melhor se adapta a suas condições e clica no botão transferir.

### Engrenagens cilíndricas - Externa x Externa

Dados de entrada

Tipo de engrenagem	Roda1 Externa	<input checked="" type="checkbox"/> Roda2 Externa
Módulo	2	
Número de dentes	113	46
Ângulo de pressão	20	
Ângulo de hélice	0	
Distância entre centros	0	
Fator de correção X	<input type="checkbox"/>	0

Calcular

Padrões

Fator dedendum	Roda1 1.167	Roda2 1.167
Fator addendum	1	1
Folga de engrenamento	?	0
Fator do raio do pé do dente		0.2
Comprimento da engrenagem		20

Mostrar 3 casas após a vírgula

Dados geométricos

Ângulo de pressão frontal	
Raio circular	

1

2

3

O módulo transfere então os valores dos números de dentes para o módulo principal e o usuário pode executar o cálculo.

## Módulos do Roda Dentada.

**9.1 - Fator X – através da medida sobre dentes.** Calcula o fator de correção X quando o usuário tem a medida sobre dentes da engrenagem. Este módulo serve para engenharia reversa, de forma a ajudar o usuário a descobrir os valores de uma engrenagem em uma peça física.

Roda Dentada V3 - Fator X pela Medida sobre Dentes

**Cálculo do fator X pela medida sobre dentes**

Módulo

Ângulo de pressão

Ângulo de Hélice

Número de dentes da engrenagem

Medida sobre dentes

Número de dentes medidos

Fator de correção X

Atualizar

**9.2 - Fator X – através da espessura circular.** Calcula o fator de correção X quando o usuário tem a espessura circular da engrenagem. Este módulo serve para engenharia reversa, de forma a ajudar o usuário a descobrir os valores de uma engrenagem em peça física.

Roda Dentada V3 - Fator X pela espessura circular

**Cálculo do fator X pela espessura**

Módulo

Ângulo de pressão

Espessura circular

Fator de correção X

Atualizar

**9.3 - Fator X – através da distância entre centros real.** Calcula o fator de correção X quando o usuário define a distância entre centros da engrenagem. Esse módulo serve para ajustar a medida entre centros ou para otimizar um par de engrenagens. Por exemplo para tornar mais fácil a fabricação, o valor da distância entre centros teórica de 53,274mm seria melhor se fosse 53,5mm. Esse módulo pode fazer a distribuição do Fator X de forma a alcançar o valor de 53,5mm. Em matéria de otimização podemos distribuir os fatores de correção para a melhorar a resistência ou a velocidade.

Roda Dentada V3 - Fator X pela distância entre centros

**Cálculo do fator X pela medida entre centros real**

Módulo

Ângulo de pressão

Ângulo de Hélice

Número de dentes da Roda 1

Número de dentes da Roda 2

Entre centros Real

Atualizar

Fator de correção Total

Fator de correção X Roda 1

Fator de correção X Roda 2

**Distribuição do Fator X**

☒ Simples  
Distribuição baseada na geometria do dente e relação de transmissão.

☐ Resistência à flexão  
Distribuição baseada na igualdade da resistência à flexão do dente.

☐ Velocidade de deslizamento  
Distribuição baseada na proximidade das velocidades de deslocamento.

Transferir e Fechar

A distribuição do fator X entre as rodas 1 e 2 pode ser feito de 3 maneiras escolhidas no campo Distribuição do Fator X. Essa distribuição só faz sentido se o número de dentes das engrenagens for diferente.

O botão “Transferir e Fechar.” preenche os valores das correções no módulo principal, fazendo a integração entre os módulos.

**9.4 - Ângulo pela evolvente.** Calcula o ângulo quando o usuário tem o valor da evolvente.

O valor do ângulo é dado em decimais e GMS.

**9.5 - Evolvente de um ângulo.** Calcula o valor da evolvente de um ângulo.

**9.6 – Número mínimo de dentes.** Esse módulo dá uma estimativa de qual número de dentes mínimo que pode ser usado para o valor do ângulo de pressão, para que o diâmetro de base fique abaixo do interno, não criando uma fragilização do dente.

**9.7 – Relação de transmissão.** Esse módulo calcula a redução ou ampliação das engrenagens em relação a seu movimento de rotação. Podem ser usados diversos valores para o cálculo.

**9.8 – Número de dentes através da relação de transmissão.** Este módulo faz a distribuição dos dentes em razão da relação de transmissão. Com o valor da relação quebrado, pode ser impossível de se achar um conjunto de engrenagens que chegue na relação exata, por isso esse módulo pede ao usuário um valor de tolerância para o erro máximo.

As possíveis combinações são mostradas em uma lista, com valores de erro sempre abaixo da tolerância. No caso acima, vários resultados são encontrados para uma tolerância de 0,01 e dentes entre 16 e 150.

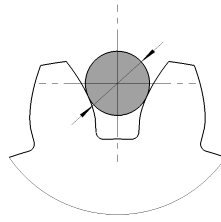
O campo precisão é a diferença entre a relação digitada e a encontrada. Ela afeta o número de resultados obtidos. Se colocarmos a precisão em 0,0001 teremos apenas uma combinação que satisfaz a exigência.

Se colocarmos a precisão em 0,001 e aumentarmos o valor do número de dentes máximo para 200, teremos sete combinações que satisfazem a exigência.

O módulo também mostra o valor da distância entre centros, que depois pode ser ajustada com o módulo “Fator X – através da distância entre centros real”.

**9.9 – Folga de engrenamento.** Este módulo faz a sugestão das folgas de engrenamento conforme a finalidade do uso e fabricação da engrenagem. Os valores sugeridos podem ser transferidos diretamente para o módulo principal. Os valores aqui apresentados são sugestões e o usuário deve escolher o que melhor se adapta a necessidade do seu projeto. O uso de uma norma específica para isso é recomendado.

**9.10 – Diâmetro do Pino.** Calcula o diâmetro do pino para se usar em uma medição. O diâmetro do pino ideal é o que tem seus pontos de contato sobre o diâmetro primitivo da engrenagem.



**9.11 – Medida sobre pinos.** Calcula a medida sobre pinos para uma engrenagem. O Roda Dentada tem as opções de calcular para engrenagens externas e internas, com número de dentes pares ou ímpares.

**Roda Dentada V3 - Medida sobre pinos**

**Cálculo da medida sobre pinos**

Tipo de Engrenagem  
☒ Externa ☐ Interna

Dentes Pares Dentes Ímpares

Módulo 2

Ângulo de pressão GMS 20

Ângulo de Hélice GMS 0

Número de dentes da engrenagem 30

Fator de correção X 0

Diâmetro do pino

Calcular Diâm. do Pino

Medida Sobre Pinos

Atualizar

**9.12 – Número de dentes a medir.** Calcula o número de dentes ideal a ser medido em uma engrenagem. O número de dentes ideal é o que deixa o instrumento de medição o mais próximo o possível do contato com o diâmetro primitivo.

**9.13 – Medida sobre dentes.** Calcula a medida sobre dentes para uma engrenagem.

**Roda Dentada V3 - Fator X pela Medida sobre Dentes**

**Cálculo do fator X pela medida sobre dentes**

Módulo 2

Ângulo de pressão GMS 20

Ângulo de Hélice GMS 0

Número de dentes da engrenagem 30

Medida sobre dentes

Número de dentes medidos

Fator de correção X

Atualizar

**9.14 – Passo da hélice.** Calcula o passo da hélice no diâmetro primitivo da roda 1 ou da roda 2 ou ainda sobre um diâmetro qualquer entrado pelo usuário.

**Roda Dentada V3 - Cálculo do Passo da hélice**

**Cálculo do passo da hélice**

☐ DP1 ☐ DP2 ☒ Outro

Diâmetro: 50

Ângulo de Hélice: GMS 30.964

Passo da hélice: 261.7968662

Número de casas (1 a 15): 7

Atualizar

Este módulo só funciona para os diâmetros primitivos depois da engrenagem ser calculada pelo módulo principal, pois são necessários valores calculados internamente.

**9.15 – Ângulo da hélice em um diâmetro qualquer.** Este módulo calcula o ângulo da hélice em um diâmetro qualquer entrado pelo usuário.

**Roda Dentada V3 - Ângulo da hélice em um diâmetro qualquer**

**Ângulo da hélice em um diâmetro qualquer**

Basear em: ☒ Roda1 ☐ Roda2 Número de casas (1 a 15): 7

Diâmetro qualquer: 72.0000000

Passo da hélice no primitivo: 376.991

Ângulo de hélice no Diâm. Qualquer: 30.9637565 30°57'49"

Ângulo de hélice nos diâmetros conhecidos

Ângulo da hélice no Diâm. Externo: 31.4117168 31°24'42"

Ângulo da hélice no Diâm. Interno: 28.3002433 28°18'0"

Ângulo de hélice no Diâm. BASE: 28.0243207 28°1'27"

Atualizar

Este módulo só funciona depois da engrenagem ser calculada pelo módulo principal e ser helicoidal, pois usa os valores calculados internamente.



**9.16 – Engrenagens de recâmbio.** Este módulo serve para calcular a montagem da grade de recâmbio para as máquinas de geração de engrenagens. O usuário deverá ter as constantes da máquina, tanto para divisão como para o diferencial. Também deverá escolher o número mínimo e máximo dos dentes das engrenagens que ele tem para a distribuição.

Para os cálculos de divisão e diferencial o usuário deve definir uma tolerância aceitável para o cálculo. Todos os valores mostrados são com erros abaixo da tolerância definida.

Os valores das constantes podem ser salvos nas preferências do sistema.

**Engrenagens para recâmbio**

Módulo: 2 Ângulo de hélice: 15 GMS Z mín.: 22 Z máx.: 92

Número de dentes: 113 Núm. Entradas do Caracol: 1

**Divisão**

Constante: 12  
Relação: 0.10619469  
Precisão: 0.000001 **Calcular**

relação z1/z2 = 0.304878048780488  
relação z3/z4 = 0.348318584070796  
z1 = 25 z2 = 82 z3 = 31 z4 = 89  
Erro relação = 0.00000398

relação z1/z2 = 0.28735632183908  
relação z3/z4 = 0.369557522123894  
z1 = 25 z2 = 87 z3 = 34 z4 = 92  
Erro relação = 0.00000770

relação z1/z2 = 0.280898876404494  
relação z3/z4 = 0.378053097345133  
z1 = 25 z2 = 89 z3 = 31 z4 = 82  
Erro relação = 0.00000432

relação z1/z2 = 0.271739130434783

**Diferencial**

Constante: 4  
Relação: 0.51763809  
Precisão: 0.00001 **Calcular**

relação z1/z2 = 0.956521739130435  
relação z3/z4 = 0.541167094305271  
z1 = 22 z2 = 23 z3 = 46 z4 = 85  
Erro relação = 0.00000938

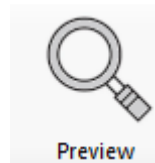
relação z1/z2 = 0.916666666666667  
relação z3/z4 = 0.5646960984055  
z1 = 22 z2 = 24 z3 = 48 z4 = 85  
Erro relação = 0.00000978

relação z1/z2 = 1  
relação z3/z4 = 0.517638090205041  
z1 = 23 z2 = 23 z3 = 44 z4 = 85  
Erro relação = 0.00000897

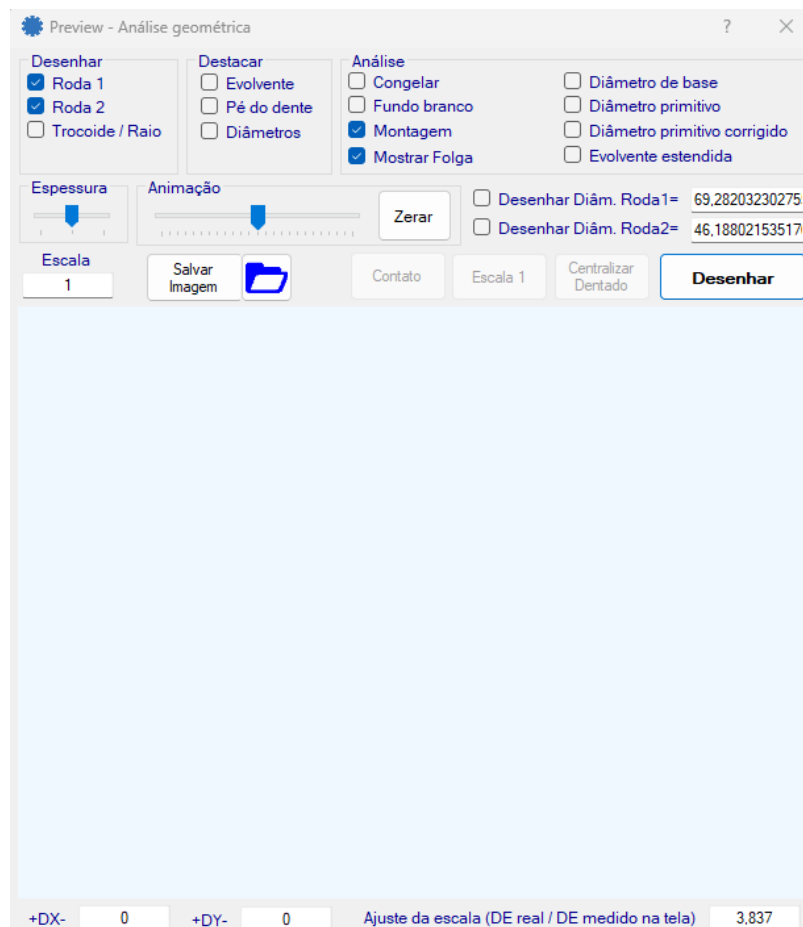
relação z1/z2 = 1

## Capítulo 10 – Janela de Preview.

A janela Preview pode ser ligada na tela principal do Roda Dentada, no módulo de Sem-fim e Coroa e no módulo Cremalheira. Para abrir a janela de Preview clique no ícone de Preview.



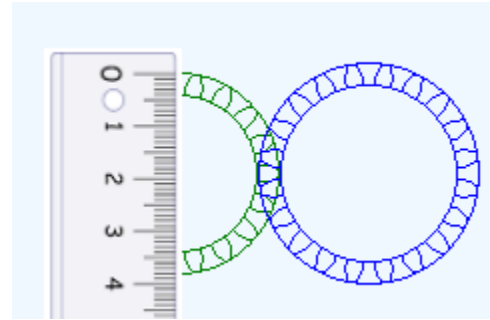
A seguinte janela aparece.



Para usar a janela de Preview de forma produtiva, o usuário precisa primeiro colocar o ajuste de escala condizente com o seu monitor. Para fazer isso:

## Como ajustar a escala da janela de Preview.

- 1) Calcule uma engrenagem com módulo 5 e 18 dentes. Isso fará o diâmetro externo da engrenagem ter 100mm.
- 2) Ligue a janela de Preview.
- 3) Coloque o Ajuste de escala como 1 e a Escala como 1.
- 4) Clique em desenhar para criar o desenho da engrenagem.
- 5) Faça a medição na tela com uma régua do diâmetro externo da engrenagem.



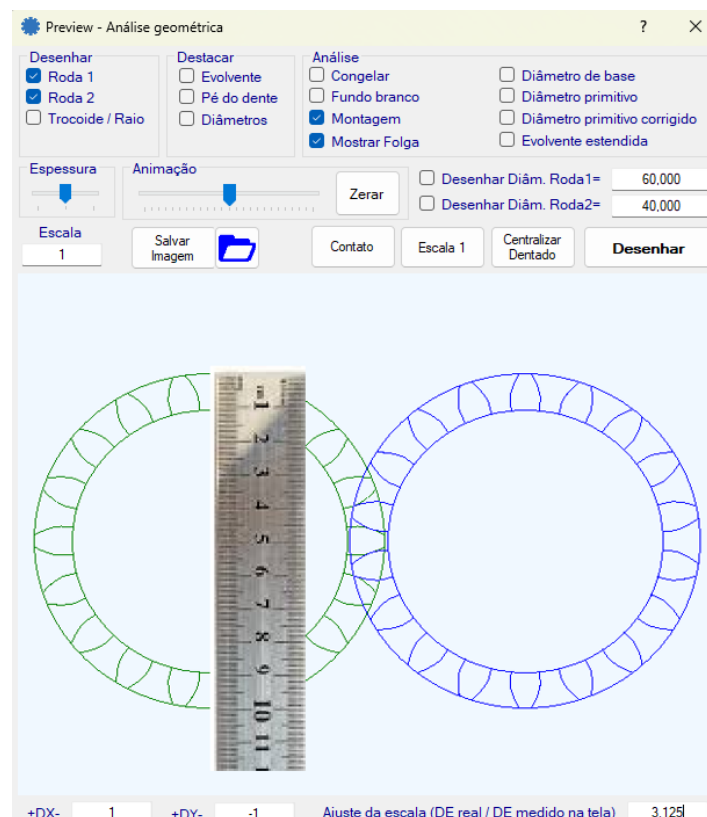
- 6) Faça a seguinte conta:

Ajuste de escala = Diâmetro externo / valor medido.

Por exemplo se o valor medido for 32, faça  $100/32 = 3.125$ .

Cadastre esse valor no campo “**Ajuste de escala**”.

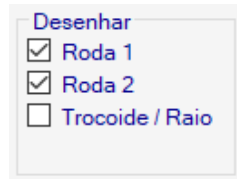
- 7) Cadastre também esse valor nas **Preferências** para que a janela sempre venha com o fator correto. Esse procedimento deve ser feito sempre que se mudar de monitor ou alterar a resolução da tela.



Agora a engrenagem quando desenhada vai aparecer próxima do tamanho real.

## Grupo Desenhar

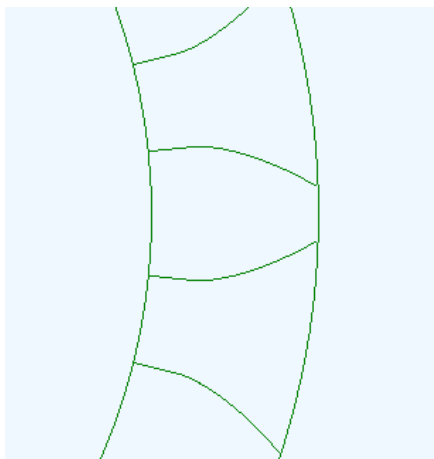
Neste grupo o usuário pode escolher o que será desenhado na tela.



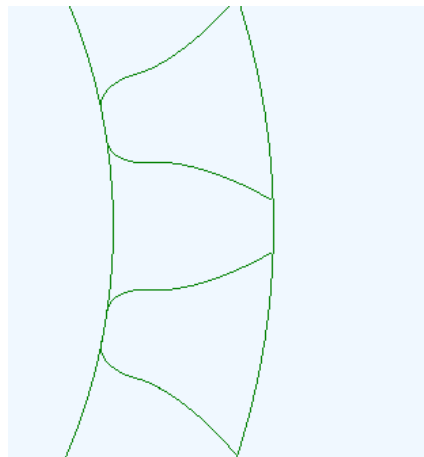
Roda 1 = faz o desenho da Roda 1. A roda 1 é desenhada em verde.

Roda 2 = faz o desenho da Roda 2. A roda 2 é desenhada em azul.

Trocoide = Quando o diâmetro de base de uma engrenagem fica maior que o diâmetro interno, a curva evolvente que determina o perfil do dente não consegue chegar até o diâmetro interno. Isso faz com que o raio do pé do dente na ferramenta crie uma curva chamada trocoide. Essa opção faz com que o desenho seja feito com essa curva trocoide. Se a engrenagem for fabricada pelo método de geração, essa curva é gerada automaticamente no processo de fabricação. Se a engrenagem for fabricada por corte a laser ou erosão a fio, não usar a curva trocoide em alguns casos fortalece o dente.



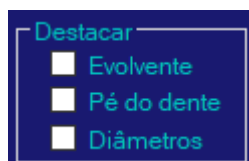
Desenho sem a curva trocoide



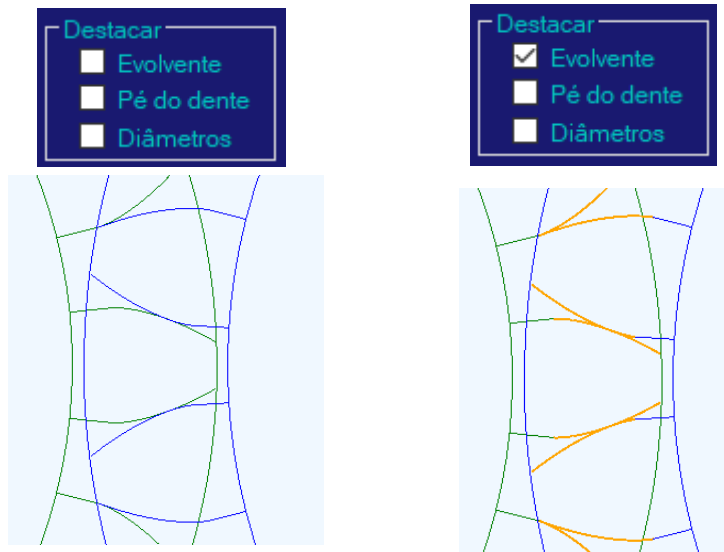
Desenho com a curva trocoide

## Grupo Destacar

Neste grupo de opções o usuário poderá pedir para o sistema destacar a geometria para poder fazer a análise visual do dentado.

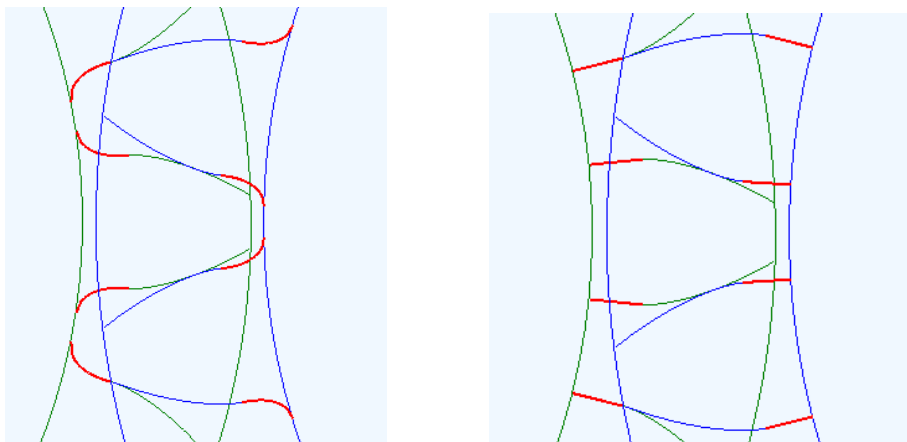


Evolvente = O desenho é feito com a evolvente destacada. A evolvente é destacada na cor laranja.



Agora é possível ver onde a evolvente começa e termina no dente.

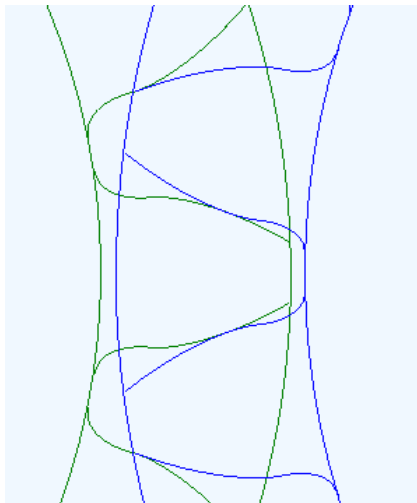
Pé do dente = Destaca o pé do dente ou a curva trocoide se ela estiver ativa. A curva ou pé do dente é destacada na cor vermelha.



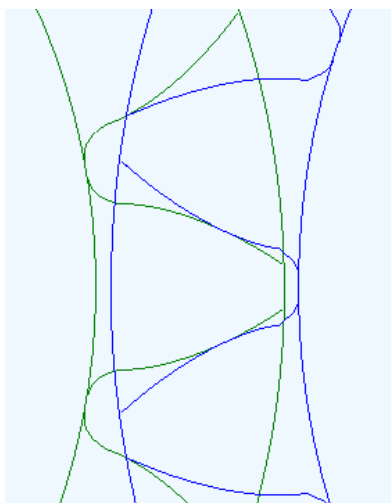
Diâmetros = Destaca os diâmetros Internos das engrenagens. Os diâmetros são destacados na cor azul clara.

## Grupo Análise.

**Congelar** = Esta opção faz com que o sistema não redesenhe a tela a cada alteração do desenho. Ela pode ter uma função muito útil para se comparar alterações. Por exemplo, criamos uma engrenagem e fazemos o desenho dela. Agora vamos alterar o ângulo de pressão. Se redesenharmos não conseguiremos ver a diferença.

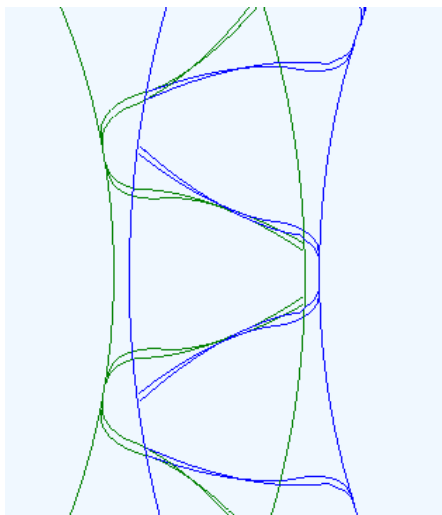


Ângulo de pressão 20 graus.

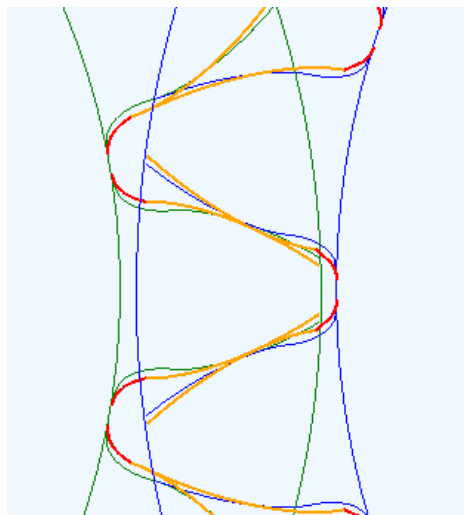


Ângulo de pressão 25 graus.

Vamos usar o congelar dessa forma. Criamos a engrenagem de 20 graus. Desenhamos e ligamos o congelar. Alteramos o ângulo de pressão para 25 graus e desenhamos novamente. O desenho da engrenagem de 25 graus é feito sobre o desenho da engrenagem de 20 graus. Podemos usar o destacar para evidenciar as diferenças.



Congelar ligado



Congelar + Destacar

A função congelar só funciona com o módulo principal.

**Fundo Branco** = Esta opção muda o fundo da Janela de Preview para branco. Pode ser usada se a imagem precisar ser copiada e colada em um editor de texto ou imagem.

**Montagem** = Esta opção ligada faz com que o desenho seja criado com a distância entre centros considerada. Se for desligada, as engrenagens serão desenhadas no mesmo centro. No caso de estriados evolventes do tipo 5480, desligar essa opção fará com que seja visualizado o eixo e cubo montados.

**Mostrar Folga** = Esta opção faz o desenho do dente considerando as folgas atribuídas no módulo principal, no módulo de Sem fim e coroa e no módulo de Cremalheira

**Diâmetro de base** = faz o desenho do diâmetro de base.

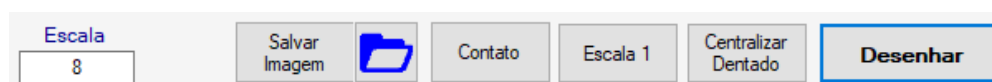
**Diâmetro Primitivo** = faz o desenho do diâmetro primitivo das engrenagens.

**Diâmetro Primitivo corrigido** = faz o desenho do diâmetro primitivo corrigido das engrenagens.

**Evolvente estendida** = faz o desenho da curva evolvente maior que o diâmetro externo. Esse recurso pode ser usado para saber o quando o dente pode ser aumentado em sua altura.

**Desenhar Diâm. Roda1** = faz o desenho do diâmetro digitado neste campo no centro igual ao da Roda 1.

**Desenhar Diâm. Roda2** = faz o desenho do diâmetro digitado neste campo no centro igual ao da Roda 2.



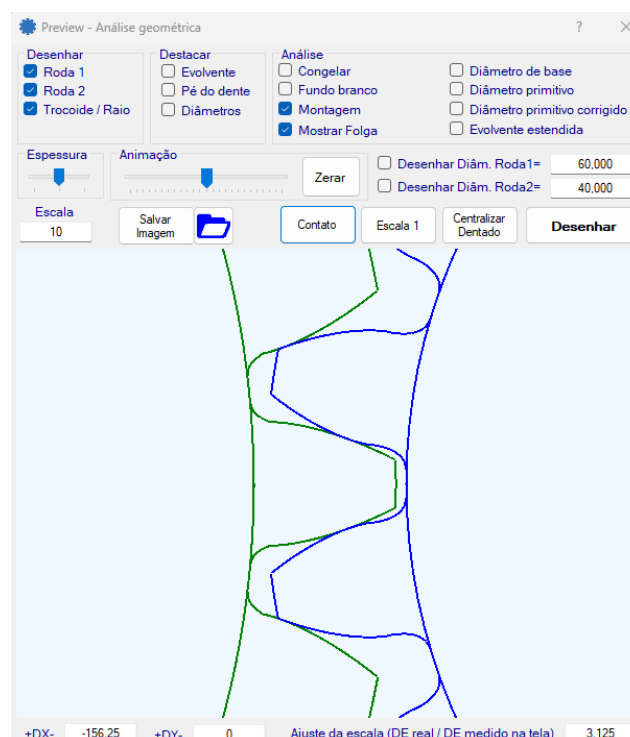
**Escala** = O usuário pode colocar aqui a escala desejada para o desenho ser feito. Cada movimento da roda do mouse altera esse valor para mais ou para menos.

**Salvar Imagem** = Salva a imagem apresentada na tela de Preview, no formato PNG, com fundo transparente. Cada click no botão criará uma imagem com o nome sequencial baseado em data e hora. O ícone de “abrir pasta” abre a pasta onde as imagens foram salvas.

**Contato** = Este botão faz uma ampliação da área de contato dos dentes da engrenagem. O sistema calcula a melhor ampliação para mostrar o contato.

**Escala 1** = Muda a escala do desenho para 1:1.

**Centralizar Dentado** = É similar ao botão **Contato**, no entanto ele centraliza o desenho com foco nos dentes, mantendo o nível de ampliação.



Desenhar = Atualiza o desenho mostrado na tela.

Espessura = Altera a espessura da linha de desenho na tela, podendo ser fina, média e grossa.



Animação = Mostra uma animação do funcionamento do contato dos dentes.

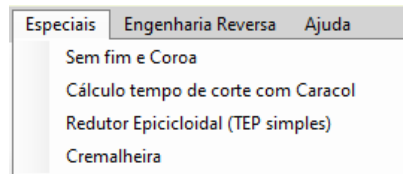


O usuário pode mover com o Mouse o ponteiro para a direita ou esquerda para ver os dentes na nova posição. O botão Zerar coloca os dentes na posição inicial e desliga a animação.



## Capítulo 11 – Módulo Sem Fim e Coroa

O módulo de cálculo do Sem-fim e Coroa pode ser acessado pelo menu Especiais ou pelo ícone.



A seguinte janela é mostrada:

Arquivo

Novo Abrir Salvar Salvar Como Imprimir Visualizar Fechar Notas

Preview Preferências Ajuda

### Sem Fim e Coroa

Dados de Entrada

Relação de transmissão	5	Fator X de correção da Coroa	0	Folga de engrenamento Sem fim	0
Entre centros Teórico	100	Entre centros Real	100	Folga de engrenamento Coroa	0
Número de entradas	6				
AP - Ângulo de pressão Normal	GMS 20	?		Diâm. externo coroa	
DP - Diâm. primitivo do sem fim	50	?		Definido pelo módulo:	<input checked="" type="radio"/> Frontal <input type="radio"/> Normal

Calcular

Dados do Sem fim

DE - Diâmetro externo	
DI - Diâmetro interno	
Passo Normal	
E - Espessura Normal	
2 x AP - Ângulo Normal	
Comprimento útil do sem fim	
Passo Frontal	
E - Espessura Frontal	
F2 - Folga interno da coroa	
F1 - Folga interno do sem fim	

Dados da Coroa

Número de dentes	
DMC - Diâmetro máximo	
DEC - Diâmetro externo	
DPC - Diâmetro primitivo	
DIC - Diâmetro interno	
Ângulo de hélice	
Passo Normal	
Passo Frontal	
Espessura circular Normal	
Largura útil da coroa	
LUC - Largura sugerida	
RC - Raio de alívio	

Definição do passo e módulo

Passo Frontal Módulo Frontal

Módulo Normal da coroa

Se o usuário tiver uma ferramenta com um módulo normal próximo, ele pode inserir o valor e pedir para o sistema buscar um Sem fim mantendo a mesma relação de transmissão.

Módulo normal calculado/Desejado

Janelas auxiliares abertas

☐ Janela Preview

☐ Notas do cálculo

Definição das medidas normais e frontais

Normal Frontal

O módulo de Sem-fim e Coroa roda independente do Roda Dentada. Após o cálculo do sem-fim, mais dados da coroa podem ser calculados usando o sistema principal do Roda Dentada.

## Como usar o módulo de Sem-fim e Coroa.

Os dados iniciais devem ser fornecidos pelo usuário.

Dados de Entrada	
Relação de transmissão	5,000
Entre centros Teórico	100,000
Número de entradas	6,000
AP - Ângulo de pressão Normal	20,000 ?
DP - Diâm. primitivo do sem fim	50,000 ?



= Este botão mostra os valores normalizados ou a faixa de valores permitida nesse campo.

Após a definição dos valores desejados o usuário deve clicar no botão calcular.

Dados de Entrada	
Relação de transmissão	5
Entre centros Teórico	100
Número de entradas	6
AP - Ângulo de pressão Normal	20 ?
DP - Diâm. primitivo do sem fim	50 ?

Fator X de correção da Coroa	0
Entre centros Real	100
Diâm. externo coroa	<input checked="" type="radio"/> Frontal <input type="radio"/> Normal

Folga de engrenamento Sem fim	0
Folga de engrenamento Coroa	0

**Calcular**

Os valores do sem-fim e coroa serão mostrados então na janela.

**Sem Fim e Coroa**

**Dados de Entrada**

Relação de transmissão	5,000	Fator X de correção da Coroa	0,000	Folga de engrenamento Sem fim	0,000
Entre centros Teórico	100,000	Entre centros Real	100,000	Folga de engrenamento Coroa	0,000
Número de entradas	6,000	Diâm. externo coroa	<input checked="" type="radio"/> Frontal <input type="radio"/> Normal		
AP - Ângulo de pressão Normal	20,000 ?	Definido pelo módulo:			
DP - Diâm. primitivo do sem fim	50,000 ?				

**Calcular**

**Dados do Sem fim**

DE - Diâmetro externo	60,000
DI - Diâmetro interno	37,500
Passo Normal	13,469
E - Espessura Normal	6,735
2 x AP - Ângulo Normal	40,000
Comprimento útil do sem fim	64,772
Passo Frontal	15,708
E - Espessura Frontal	7,854
F2 - Folga interno da coroa	1,250
F1 - Folga interno do sem fim	1,250

**Dados da Coroa**

Número de dentes	30,000
DMC - Diâmetro máximo	165,000
DEC - Diâmetro externo	160,000
DPC - Diâmetro primitivo	150,000
DIC - Diâmetro interno	137,500
Ângulo de hélice	30,964
Passo Normal	13,469
Passo Frontal	15,708
Espessura circular Normal	6,735
Largura útil da coroa	33,166
LUC - Largura sugerida	38,000
RC - Raio de alívio	20,000

**Definição do passo e módulo**

Passo Frontal	15,708
Módulo Frontal	5,000

**Auxiliar**

☐ Janela Preview

☐ Notas do cálculo

**Módulo Normal da coroa**

Se o usuário tiver uma ferramenta com um módulo normal próximo, ele pode inserir o valor e pedir para o sistema buscar um Sem fim mantendo a mesma relação de transmissão.

Módulo normal calculado/Desejado: 4,287

**Pesquisar**

**Ajustar diâmetros**

**Zerar ajustes**

**Definição das medidas normais e frontais**

## Diâmetro externo da coroa.

Existem dois métodos de se definir o diâmetro externo da cora. Um baseado no módulo frontal e outro baseado no módulo normal. O usuário pode escolher a forma que melhor se adapta a sua situação.

Diâm. externo coroa

Definido pelo módulo: ☒ Frontal ☐ Normal

## Ajustar diâmetros.

Se os diâmetros calculados precisarem ser alterados, isso pode ser feito clicando-se no botão “**Ajustar diâmetros**”.

Ajustar diâmetros

Zerar ajustes

Os campos que podem ser ajustados ficarão em preto e consistem em diâmetros externos e internos do sem-fim e da coroa.

Quando um campo for alterado, os valores que ficaram desatualizados são mostrados em vermelho. É necessário então se clicar em Calcular para atualizar o cálculo.

Arquivo

### Sem Fim e Coroa

Dados de Entrada

Relação de transmissão	5,000	Fator X de correção da Coroa	0,000	Folga de engrenamento Sem fim	0,000
Entre centros Teórico	100,000	Entre centros Real	100,000	Folga de engrenamento Coroa	0,000
Número de entradas	6,000	Diâm. externo coroa	<input checked="" type="radio"/> Frontal <input type="radio"/> Normal		
AP - Ângulo de pressão Normal	20,000	Definido pelo módulo:			
DP - Diâm. primitivo do sem fim	50,000				

**Calcular**

Dados do Sem fim

DE - Diâmetro externo	60,000
DI - Diâmetro interno	37,500
Passo Normal	13,469
E - Espessura Normal	6,735
2 x AP - Ângulo Normal	40,000
Comprimento útil do sem fim	64,772
Passo Frontal	15,708
E - Espessura Frontal	7,854

Dados da Coroa

Número de dentes	30,000
DMC - Diâmetro máximo	165,000
DEC - Diâmetro externo	161,000
DPC - Diâmetro primitivo	157,000
DIC - Diâmetro interno	137,500
Ângulo de hélice	30,964
Passo Normal	13,469
Passo Frontal	15,708
Espessura circular Normal	6,735
Largura útil da coroa	33,166
LUC - Largura sugerida	38,000
RC - Raio de alívio	20,000

Definição do passo e módulo

Passo Frontal	Módulo Frontal
15,708	5,000

Auxiliar

☐ Janela Preview

☐ Notas do cálculo

Módulo Normal da coroa

Se o usuário tiver uma ferramenta com um módulo normal próximo, ele pode inserir o valor e pedir para o sistema buscar um Sem fim mantendo a mesma relação de transmissão.

Módulo normal calculado/Desejado: 4,287

**Pesquisar**

F2 - Folga interno da coroa: 1,250

F1 - Folga interno do sem fim: 1,250

**Ajustar diâmetros**

**Zerar ajustes**

Definição das medidas normais e frontais

Normal Frontal

O usuário pode voltar aos valores originais do cálculo através do botão **Zerar ajustes**.



Aproveitamento de ferramentas, protótipos ou definição do módulo normal.

**Módulo Normal da coroa**

Se o usuário tiver uma ferramenta com um módulo normal próximo, ele pode inserir o valor e pedir para o sistema buscar um Sem fim mantendo a mesma relação de transmissão.

Módulo normal calculado/Desejado

Quando se calcula um eixo Sem-fim e Coroa o sistema define o Sem-fim e calcula uma coroa compatível para garantir os dados introduzidos. Geralmente o módulo da coroa sai com um valor fora dos normalizados. Em casos de peças de reposição não podemos mudar os dados. No entanto, se o conjunto Sem-fim e Coroa for para protótipos ou um novo projeto, este comando permite que você escolha o módulo normal da coroa, por exemplo para o de uma ferramenta que você já tenha, ou que seja normalizado. Isso reduzirá o custo de fabricação porque não necessitará de uma ferramenta com um módulo especial. Para fazer isso o sistema usa um método iterativo e o valor no novo módulo deve ser o mais próximo possível do módulo calculado. A distância entre centros será alterada para garantir o conjunto.

Arquivo

## Sem Fim e Coroa

**Dados de Entrada**

Relação de transmissão	<input type="text" value="5,000"/>	Fator X de correção da Coroa	<input type="text" value="0,000"/>	Folga de engrenamento Sem fim	<input type="text" value="0,000"/>
Entre centros Teórico	<input type="text" value="93,394"/>	Entre centros Real	<input type="text" value="93,394"/>	Folga de engrenamento Coroa	<input type="text" value="0,000"/>
Número de entradas	<input type="text" value="6,000"/>	Diâm. externo coroa	<input checked="" type="radio"/> Frontal <input type="radio"/> Normal		
AP - Ângulo de pressão Normal	<input type="text" value="20,000"/>	Definido pelo módulo:			
DP - Diâm. primitivo do sem fim	<input type="text" value="50,000"/>				

---

**Dados do Sem fim**

DE - Diâmetro externo	<input type="text" value="59,119"/>
DI - Diâmetro interno	<input type="text" value="38,601"/>
Passo Normal	<input type="text" value="12,566"/>
E - Espessura Normal	<input type="text" value="6,283"/>
2 x AP - Ângulo Normal	<input type="text" value="40,000"/>
Comprimento útil do sem fim	<input type="text" value="59,067"/>
Passo Frontal	<input type="text" value="14,324"/>
E - Espessura Frontal	<input type="text" value="7,162"/>
F2 - Folga interno da coroa	<input type="text" value="1,140"/>
F1 - Folga interno do sem fim	<input type="text" value="1,140"/>

**Dados da Coroa**

Número de dentes	<input type="text" value="30,000"/>
DMC - Diâmetro máximo	<input type="text" value="150,467"/>
DEC - Diâmetro externo	<input type="text" value="145,908"/>
DPC - Diâmetro primitivo	<input type="text" value="136,789"/>
DIC - Diâmetro interno	<input type="text" value="125,390"/>
Ângulo de hélice	<input type="text" value="28,685"/>
Passo Normal	<input type="text" value="12,566"/>
Passo Frontal	<input type="text" value="14,324"/>
Espessura circular Normal	<input type="text" value="6,283"/>
Largura útil da coroa	<input type="text" value="31,545"/>
LUC - Largura sugerida	<input type="text" value="36,000"/>
RC - Raio de alívio	<input type="text" value="20,440"/>

**Definição do passo e módulo**

Passo Frontal	<input type="text" value="14,324"/>	Módulo Frontal	<input type="text" value="4,560"/>
---------------	-------------------------------------	----------------	------------------------------------

**Módulo Normal da coroa**

Se o usuário tiver uma ferramenta com um módulo normal próximo, ele pode inserir o valor e pedir para o sistema buscar um Sem fim mantendo a mesma relação de transmissão.

Módulo normal calculado/Desejado

**Auxiliar**

☐ Janela Preview

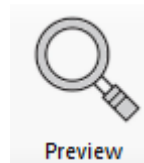
☐ Notas do cálculo

**Normal**

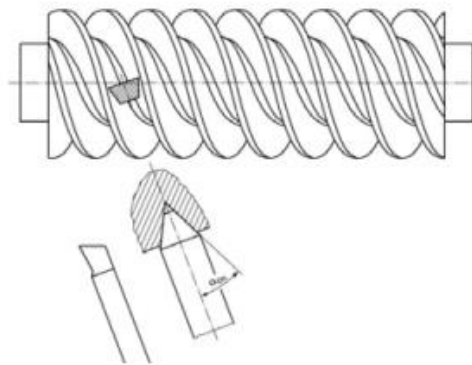
**Frontal**

## Preview do Sem-fim e Coroa

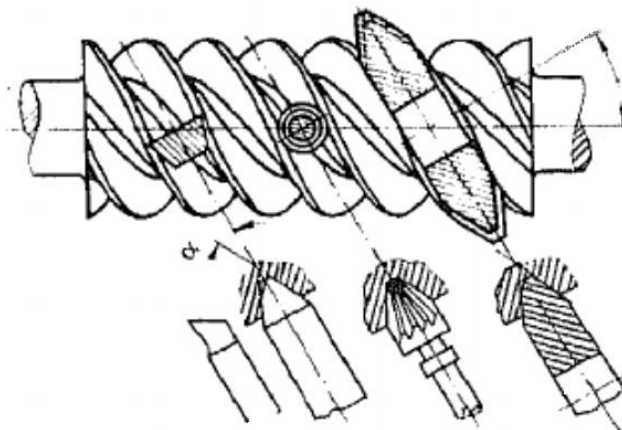
Pode se ativar a janela de Preview no módulo Sem-fim e Coroa ligando a opção dentro de sua janela.



O sistema faz a plotagem da Coroa e do Sem-fim no plano Frontal. O desenho do perfil do Sem-fim é mostrado como uma aproximação por retas, porque o perfil real do canal só existe no plano normal. No plano frontal apresentado no Preview, o perfil real do canal do Sem-fim seria uma curva. A figura abaixo demonstra como deve ser usinado um Sem-fim usando uma ferramenta de torno posicionada no plano normal.



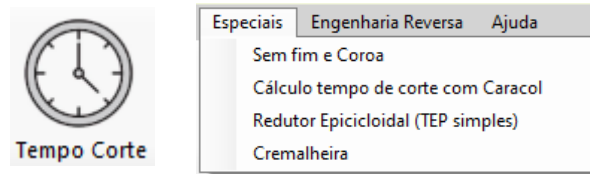
Outros modos de usinar o Sem-fim.



## Capítulo 12 – Cálculo do tempo de corte com Caracol.

Este módulo faz o cálculo do tempo de corte do cortador caracol para orçamentos ou previsão de produção.

O módulo de tempo de corte usando cortador caracol pode ser acessado pelo menu Especiais ou pelo ícone.



A seguinte janela será exibida.

Arquivo

### Tempo de Corte com Cortador Caracol

**Dados de entrada**

**Dados da Engrenagem**

☐ Roda1 ☐ Roda2 ☒ Livre

Módulo

Número dentes

Ângulo Pressão

Ângulo Hélice

**Sentido da hélice Engrenagem**

☒ Direita ☐ Esquerda

Compr. total de corte

Diâmetro Externo

Diâmetro Interno

**Dados do Caracol**

Diâmetro externo

Número de entradas

☒ Direita ☐ Esquerda

Profund. total de corte

**Dados de corte**

☒ Usinagem em 2 passadas

☐ Aprox. 2a. passada baseada na profundidade

**Primeira passada**

Profundidade

RPM

Avanço (mm/rev)

Dist segurança inicial

Dist aproximação

Distância saída

Dist segurança final

**Segunda passada**

Profundidade

RPM

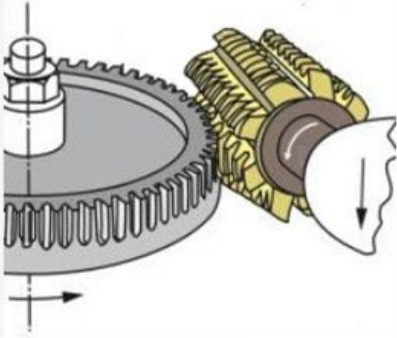
Avanço (mm/rev)

Dist segurança inicial

Dist aproximação

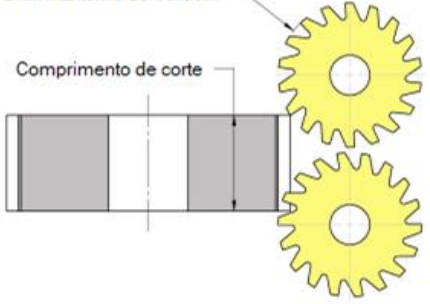
Distância saída

Dist segurança final



Diâm. Externo do Caracol

Comprimento de corte



**Tempo de corte**

	em Minutos	em Segundos	em HMS
Tempo da primeira passada	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Tempo da segunda passada	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Tempo total	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Dados de entrada.

Dados da engrenagem.

Dados da Engrenagem		
<input type="radio"/> Roda1	<input type="radio"/> Roda2	<input checked="" type="radio"/> Livre
Módulo		2,25
Número dentes		49
Ângulo Pressão	GMS	20
Ângulo Hélice	GMS	0

Você pode escolher entre calcular o tempo de corte para a Roda1, Roda2 ou Livre, que é uma engrenagem onde você entra com os dados manualmente.

Módulo = módulo da engrenagem.

Número de dentes = número de dentes da engrenagem.

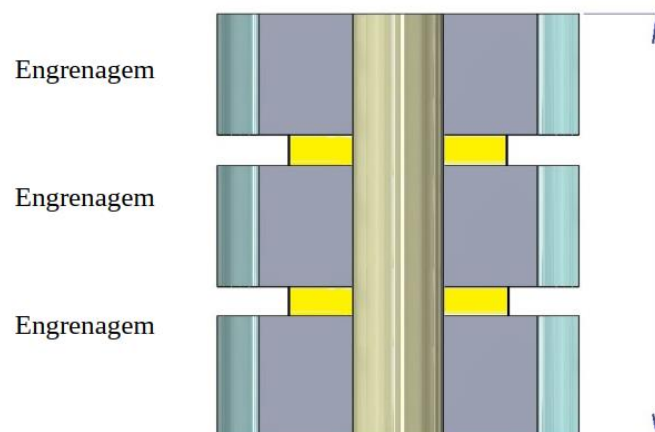
Ângulo de pressão = ângulo de pressão da engrenagem.

Ângulo de Hélice = ângulo de hélice da engrenagem.

Caso a engrenagem tenha ângulo de hélice, será apresentado uma janela para o usuário selecionar o sentido da hélice da engrenagem, sendo direita ou esquerda.

Sentido da hélice Engrenagem	
<input checked="" type="radio"/> Direita	<input type="radio"/> Esquerda

Comprimento total de corte = Este valor é o total que o cortador caracol vai se mover para cortar as engrenagens. Deve ser a espessura da engrenagem, mas os espaçadores se houver.



Diâmetro externo = Diâmetro externo da engrenagem.

Diâmetro interno = Diâmetro interno da engrenagem.

## Dados do Caracol

Dados do Caracol

Diâmetro externo

Número de entradas

☒ Direita ☐ Esquerda

Diâmetro externo = diâmetro externo do cortador caracol.

Número de entradas do cortador caracol = O cortador caracol é uma rosca sem fim. Quanto mais entradas mais rápido é o corte.

Sentido da hélice do cortador caracol = Escolha entre direita e esquerda. Esse dado afeta o tempo de usinagem devido as aproximações serem diferentes dependendo do ângulo de hélice.

Calcular profundidade de corte.

Este botão calcula a altura do dente baseado no diâmetro externo e interno da engrenagem.

Calcular profundidade corte

Profund. total de corte

O valor calculado é preenchido no campo Profundidade total de corte.

Controle de passadas.

O corte de uma engrenagem com cortador caracol geralmente é feito em uma ou duas passadas. Para engrenagens grandes, ou para melhor acabamento, as vezes é necessário dar duas passadas, dividindo a profundidade.

Você pode informar ao Roda Dentada V2 que deseja cortar em 2 passadas ligando a opção **Usinagem em 2 passadas**.

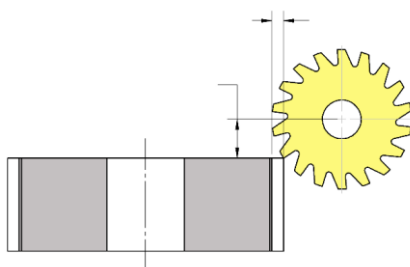
Dados de corte

☒ Usinagem em 2 passadas

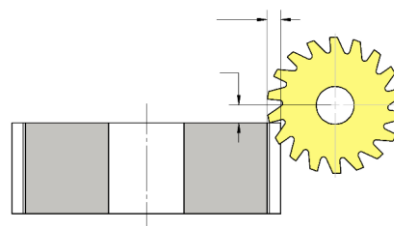
☐ Aprox. 2a. passada baseada na profundidade

Calcular passadas

Quando a segunda passada está ligada, o sistema pode calcular a aproximação do cortador baseado na profundidade da segunda passada. O valor necessário para aproximação é menor porque o material da primeira passada já foi removido. Use essa opção para engrenagens grandes ou se necessitar de uma redução do tempo de corte. Ligue a opção **Aprox. 2a. Passada baseada na profundidade** se quiser a menor aproximação o possível na sua usinagem.



Baseado na 1ª. Passada



Baseada na profundidade já usinada



Os valores na cor preta devem ser definidos pelo usuário:

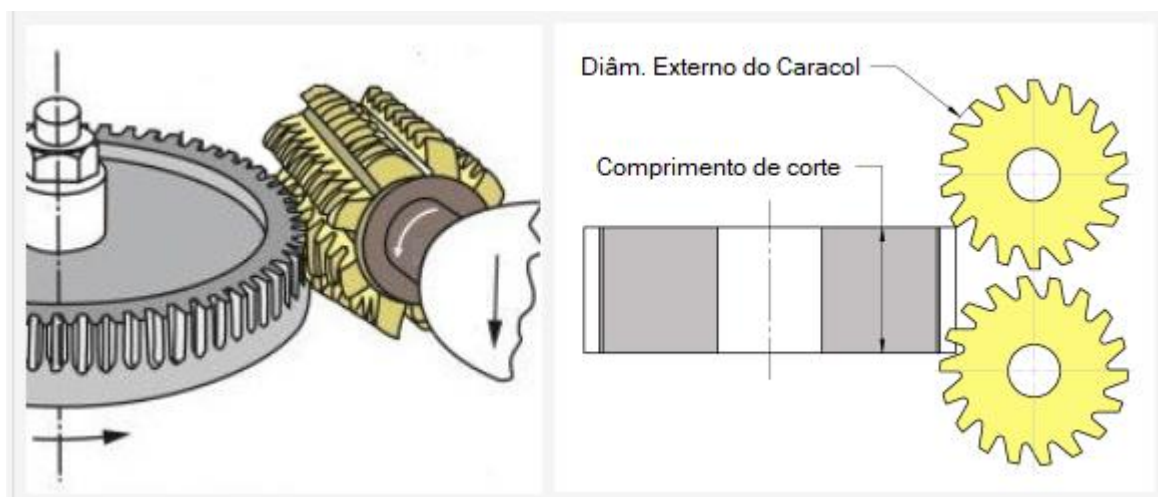
Primeira passada		Segunda passada	
Profundidade	<input type="text"/>	Profundidade.	<input type="text" value="1,5"/>
RPM	<input type="text" value="190"/>	RPM	<input type="text" value="240"/>
Avanço (mm/rev)	<input type="text" value="4,5"/>	Avanço (mm/rev)	<input type="text" value="6"/>
Dist. segurança inicial	<input type="text" value="0"/>	Dist. segurança inicial	<input type="text" value="0"/>
Dist. aproximação	<input type="text"/>	Dist. aproximação	<input type="text"/>
Distância saída	<input type="text"/>	Distância saída	<input type="text"/>
Dist. segurança final	<input type="text" value="0"/>	Dist. segurança final	<input type="text" value="0"/>

O valor da profundidade da primeira passada será o valor da **Profundidade total de corte menos a Profundidade da segunda passada.**

Primeira passada		Segunda passada	
Profundidade	<input type="text" value="3,375"/>	Profundidade.	<input type="text" value="1,5"/>

Só é possível se alterar a profundidade total de corte alterando-se os diâmetros externo e interno.  
Só é possível se alterar a profundidade da segunda passada.

Observe a região **Mostrar desenho** para ver as definições das distâncias de segurança e aproximações.



**Calcular tempo** = Clique neste botão para ter o tempo estimado de corte calculado.

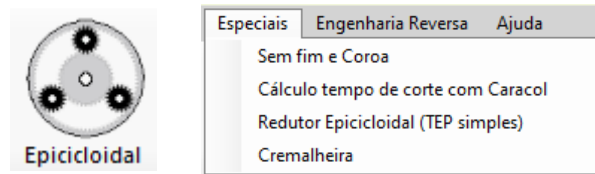
**Nota:** O valor calculado do tempo de corte é aproximado porque não leva em conta a aceleração da máquina e tempo necessário para a parada. Um movimento linear de 1000 mm a uma velocidade de 1000 mm/min no cálculo demora exatamente 1 min. Na máquina esse tempo é ligeiramente maior, porque a máquina está parada e usa um pouco de movimento para atingir a velocidade de 1000 mm/min. O mesmo acontece com a parada. Recomenda-se o usuário fazer uma medição e verificar quanto tempo a mais são consumidos na aceleração e parada, e aplicar um fator de ajuste no tempo calculado.

Tempo de corte		em Minutos	em Segundos	em H M S
<div>Calcular Tempo de Corte</div>	Tempo da primeira passada	<input type="text" value="2,48"/>	<input type="text" value="149"/>	<input type="text" value="0h 2min 28seg"/>
	Tempo da segunda passada	<input type="text" value="1,47"/>	<input type="text" value="88"/>	<input type="text" value="0h 1min 28seg"/>
	Tempo total	<input type="text" value="3,95"/>	<input type="text" value="237"/>	<input type="text" value="0h 3min 57seg"/>

## Capítulo 13 – Redutor epicicloidal.

Este módulo faz o cálculo da distribuição de dentes de um redutor epicicloidal.

O módulo do Redutor Epicicloidal pode ser acessado pelo menu Especiais.



A seguinte janela é mostrada:

Para facilitar a entrada de dados do usuário, esse módulo traz como exemplo preenchidos os campos Relação de transmissão, Número de dentes da Solar e Número de planetas. Esses valores são exemplos e podem ser alterados conforme necessidade do cliente.

Uma vez que os dados da Relação de transmissão, número de dentes da SOLAR e o número de planetas for preenchido O cálculo pode ser feito usando o botão Atualizar.

Resultados:

Caso a relação de transmissão real seja um valor quebrado, talvez não seja possível chegar na distribuição exata dos dentes. O sistema mostra a relação mais próxima que conseguiu e permite que o usuário use o módulo de Número de Dentes pela Relação de Transmissão para chegar a um conjunto de engrenagens mais próximo da relação.

A relação de transmissão é calculada entre a ANELAR e a SOLAR.

Clicando-se no botão PREC. o seguinte módulo pode ser usado:

Usando esse módulo chegamos a algumas combinações próximas para a relação de transmissão de 5,22568.

Por exemplo ao se usar a solar de 22 dentes se consegue uma relação de 5,22727.

Quando executarmos o cálculo com a solar de 22 dentes o sistema vai identificar que não é possível manter a simetria dos planetas. Apesar de não ser um fator limitante, isso pode impedir a montagem ou alterar a performance do movimento. Busca-se sempre o equilíbrio nesse sistema.

Podemos experimentar outros valores de número de dentes da SOLAR Usando a solar com 18 dentes, podemos alterar o número de planetas para 4 e conseguir a simetria, com uma relação de 5,22222.

Dentado

Relação de Transmissão 1 / 5,22568

Número de Dentes da SOLAR 18

Número de PLANETAS 4

Atualizar

Número de dentes da ANELAR 94,000

Número de dentes do PLANETA 38,000

Relação de transmissão REAL 5,2222222

Usar método preciso para relação transmissão

PREC.

Esquema e nomenclatura

Depois de descoberto o número de dentes de cada engrenagem, podemos ter as dimensões do conjunto calculada pelo grupo Dimensionamento.

Dimensionamento

Módulo 2

Atualizar

Diâmetro de centro dos PLANETAS 112,000

Diâmetro Primitivo da SOLAR 36,000

Diâmetro Primitivo do PLANETA 76,000

Diâmetro Primitivo da ANELAR 188,000

Entre centros SOLAR x PLANETA 56,000

Entre centros PLANETA x ANELAR 38,000

O valor do módulo é requerido para se calcular os valores.

O sistema é intuitivo e todos os valores são destacados dentro do desenho esquemático do redutor, quando se passa o mouse por cima do campo.

Dimensionamento

Módulo 2

Atualizar

Diâmetro de centro dos PLANETAS 112,000

Diâmetro Primitivo da SOLAR 36,000

Diâmetro Primitivo do PLANETA 76,000

Diâmetro Primitivo da ANELAR 188,000

Entre centros SOLAR x PLANETA 56,000

Entre centros PLANETA x ANELAR 38,000

## Capítulo 14 – Engenharia Reversa:

Uma das tarefas cotidianas do cálculo de engrenagens é descobrir os dados de uma peça física. Esse conjunto de módulos foi desenvolvido para facilitar o trabalho de descoberta desses itens.

Dentre todos os dados que precisamos saber em uma engrenagem o módulo é o principal. É do módulo de onde derivam todas as outras medidas da engrenagem.

Outros valores são importantes como o ângulo de pressão e o ângulo de hélice, no entanto não são fáceis de conseguir, e sua comprovação dependerá do módulo.

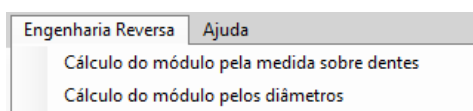
O Sistema Roda Dentada pode ser usado para descobrir os valores da engrenagem usando as ferramentas de engenharia reversa, desenhos do dente e cálculos.

NOTA: EM ENGENHARIA REVERSA SEMPRE DÊ PREFERÊNCIA EM FABRICAR O PAR DE ENGRENAGENS AO INVÉS DE APENAS UMA RODA.

### 14.1 - Cálculo do módulo pela medida sobre dentes.

Este módulo faz o cálculo do Módulo baseado na medida sobre dentes de uma peça física.

O sistema pode ser acessado pelo menu Engenharia Reversa no módulo principal.



A tela do módulo de Cálculo do Módulo pela medida sobre dentes é mostrado:



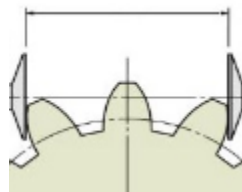
**Número de dentes da engrenagem.** Esse valor é simples de se conseguir, bastando contar os dentes da engrenagem.

**Ângulo de Pressão.** Este valor é difícil de se conseguir pois é um valor que não se consegue medir na engrenagem. Aqui deve-se usar algumas informações sobre a origem da engrenagem. Se a engrenagem for proveniente de países que usam a norma DIN, como Alemanha e Itália, a chance de ser 20 graus é muito grande. Se for proveniente dos USA ou Inglaterra, a chance de ser 14.5 graus é maior. Os valores padronizados são 14.5 – 20 – 22.5 – 25 – 30.

Não existe nada que exija que a engrenagem que você tenha em mãos seja feita com um desses ângulos. Qualquer ângulo de pressão pode ter sido usado. A grande maioria das engrenagens é feita com ângulo de pressão de 20 graus. Isso devido à facilidade de se encontrar ferramentas. Se você não sabe qual é o ângulo de pressão, comece com 20 Graus.

O cálculo do módulo da engrenagem usa uma técnica conhecida de se identificar o passo base. Para isso informaremos a medida sobre uma quantidade de dentes e outra medida com a mesma quantidade menos 1 dente. Assim se medirmos sobre 4 dentes, mediremos também sobre 3 dentes. Para saber quantos dentes devem ser medidos, use o botão Calcular Dentes a medir.

A medição sobre os dentes, deve ser a mais precisa possível. Se o usuário tiver instrumentos específicos para medir engrenagens é melhor. A medição deve ser feita sobre o diâmetro primitivo da engrenagem. Como não sabemos qual é esse diâmetro, tente posicionar o instrumento de medição (paquímetro ou micrômetro) sobre o meio da altura do dente.



O instrumento deve tocar na tangente do dente e nunca em um canto vivo.

Uma informação relevante sobre a medida sobre dentes de uma peça física é que ela sempre está com uma folga de engrenamento. Também existe a tolerância de fabricação que pode diminuir ainda mais essa medida.

Se a dimensão de nossa peça física resultou em 15,186 mm para 3 dentes. Temos que considerar que essa dimensão está menor do que a que foi calculada devido a folga. Usando o módulo de folga de engrenamento do menu Ferramentas, podemos achar que a folga sugerida dessa engrenagem seria de 0,135 mm, para uma engrenagem usinada para uso normal.

Medida física sobre 3 dentes seria 15,186 mm

Medida física sobre 2 dentes = 9,282 mm

Medida teórica sobre 3 dentes seria  $15,186 + 0,135 = 15,321$  mm

Medida teórica sobre 2 dentes =  $9,282$  mm + folga sugerida de  $0,135$  mm =  $9,417$  mm

Ângulo de pressão	Módulo
14,5	1,941
20	2,000
22,5	2,034
25	2,074
30	2,170

Dê preferência a usar os valores da medida da peça física sem a folga para calcular o Módulo.

O sistema calcula o módulo para essas medidas informadas e faz também o cálculo para todos os ângulos de pressão normalizados.

O sistema serve tanto para engrenagens de dentes retos como engrenagens helicoidais, com ou sem correção de perfil.

## 14.2 - Achando o fator de correção X.

Depois que for descoberto módulo, o fator de correção da engrenagem pode ser obtido com os sistemas do menu Ferramentas.

Vamos usar como exemplo uma engrenagem onde foi elaborado uma engenharia reversa. Esta engrenagem tem um ângulo de Hélice de 15 graus:

Roda Dentada V3 - Cálculo de módulo pela medida sobre dentes

**Módulo pela medida sobre dentes**

Número de dentes: 20  
Ângulo de pressão: GMS 20,00000000

Calcular Dentes a Medir

Medida sobre 3 dentes = 15,831  
Medida sobre 2 dentes = 9,926

Atualizar

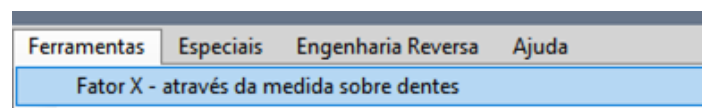
Módulo calculado: 2,000

Cálculo para ângulos de pressão padronizados

Ângulo de pressão 14,5 | Módulo = 1,941  
Ângulo de pressão 20 | Módulo = 2,000  
Ângulo de pressão 22,5 | Módulo = 2,034  
Ângulo de pressão 25 | Módulo = 2,074  
Ângulo de pressão 30 | Módulo = 2,170

Sair

Descobrimos que o módulo é 2 mm. Mas não sabemos se essa engrenagem está corrigida ou não. Para isso podemos usar o sistema Fator X – através da medida sobre dentes.



Jogamos os valores obtidos da engrenagem e temos o resultado:

Roda Dentada V3 - Fator X pela Medida sobre Dentes

**Cálculo do fator X pela medida sobre dentes**

Módulo: 2  
Ângulo de pressão: GMS 20  
Ângulo de Hélice: GMS 15  
Número de dentes da engrenagem: 20  
Medida sobre dentes: 15,831  
Número de dentes medidos: 3  
Fator de correção X: 0,330

Atualizar

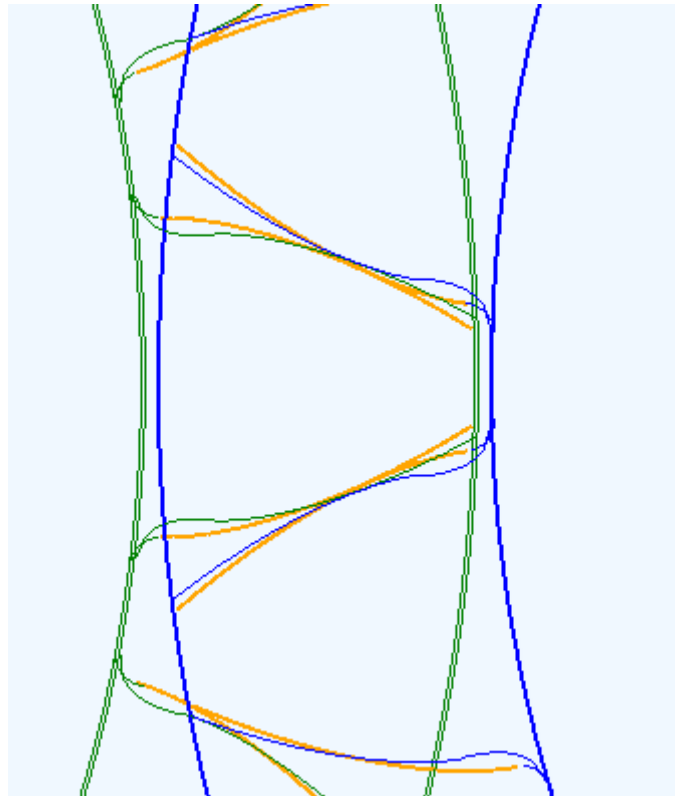
Uma engrenagem com os dados entrados, para ter uma medida sobre 3 dentes de 15,831 ela precisa ter um Fator de correção X de +0,333

## 14.3 – Descobrindo o Ângulo de Pressão.

A forma mais prática de se conferir o ângulo de pressão é visual através do desenho do dente na janela de Preview. Também é possível comparar as medidas de espessura da cabeça do dente, espessura do pé do dente e outros valores. No entanto, o formato característico do dente é um bom parâmetro.

Usando a Janela de Preview, podemos desenhar o dente e comparar com a peça física.





Em laranja o perfil do ângulo de pressão de 20 Graus e em azul e verde o de 14,5 Graus.

Podemos dizer que essa engrenagem tem:

Módulo = 2,

Número de dentes = 20

Ângulo de pressão de 20 Graus.

Ângulo de Hélice de 15 Graus.

Fator de correção  $X = +0,333$

#### 14.4 – Cálculo do Módulo pelos diâmetros.

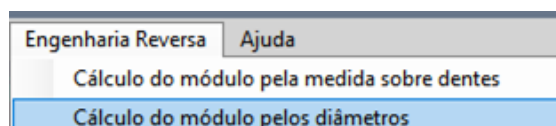
Provavelmente, a tentativa inicial de qualquer usuário que vai fazer uma engenharia reversa em uma engrenagem seja medir o diâmetro externo e o diâmetro interno, e então pela altura do dente descobrir o módulo.

Essa prática não é precisa, pois o Diâmetro Externo e o Interno podem ser alterados pelo usuário quando ele cria uma engrenagem.

Existem recomendações da norma sobre a altura dos dentes serem de  $1,167 \times \text{Módulo}$  ou  $1,25 \times \text{Módulo}$ , no entanto isso é uma recomendação e pode ser alterada a qualquer situação necessária.

Este módulo faz essa análise preliminar de uma engrenagem, partindo as medidas dos diâmetros para calcular o módulo correspondente.

Pode ser acessado pelo menu Engenharia reversa no módulo principal do Roda Dentada V2.





O número de dentes da engrenagem deve ser contado e colocado no campo Número de dentes.

O usuário deve medir as engrenagens e colocar os valores dos diâmetros Externo e Interno nos campos correspondentes. Se a engrenagem tiver ângulo de Hélice o mesmo deve ser colocado no campo para ele.

**Roda Dentada V3 - Cálculo do módulo pelos diâmetros**

**Módulo pelos diâmetros**

Baseado na Altura do dente

Número de dentes: 20  
Diâmetro Externo: 46,73  
Diâmetro Interno: 38,06

Atualizar

Cálculo para alturas padronizadas do dente

Fator de 2.167\*M | Módulo = 2,000  
Fator de 2.250\*M | Módulo = 1,927

Incluir Ângulo de hélice

Ângulo de hélice: GMS 15,00000000

Atualizar

Cálculo para alturas padronizadas do dente

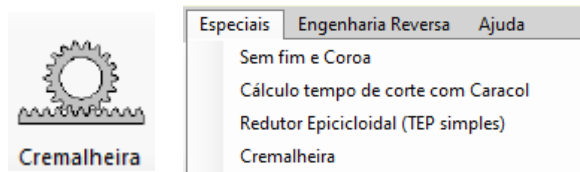
Fator de 2.167\*M | Módulo = 2,064  
Fator de 2.250\*M | Módulo = 2,071

Sair

Neste caso é provável que o módulo seja 2 mm, porque os valores da altura do dente podem ser alterados para fins de fabricação, ou otimização para velocidade ou transmissão de cargas.

## Capítulo 15 – Módulo Cremalheira

O módulo de Cremalheira pode ser acessado pelo menu Especiais ou pelo ícone.



A seguinte janela aparece:

The screenshot shows the 'Pinhão e Cremalheira' window. It has a top toolbar with icons for file operations (Novo, Abrir, Salvar, Salvar Como, Imprimir, Visualizar, Fechar) and a 'Notas' icon. On the right, there are icons for 'Preview', 'Preferências', and 'Ajuda'. The window is divided into several sections:

- Dados de entrada:** Contains input fields for 'Módulo' (set to 2), 'Número de dentes' (20), 'Ângulo de pressão' (20), 'Ângulo de hélice' (0), 'EC - Distância entre centros' (0), 'A - Alma da cremalheira' (10), and a checkbox for 'Fator de correção X'. There are also input fields for 'Cremalheira' and 'Pinhão' parameters.
- Definições:** Contains two diagrams. The left diagram shows a gear profile with labels A, H, and EC. The right diagram shows a rack profile with labels 'Passo', 'Espessura', 'HP', and 'HR'.
- Padrões:** Contains a table of standard values for 'Cremalheira' and 'Pinhão'.
- Janelas auxiliares abertas:** Contains checkboxes for 'Janela Preview' and 'Notas do cálculo'.
- Ajuda visual dinâmica:** A section for dynamic visual help.
- Dados geométricos:** A section for geometric data.

The 'Padrões' section contains the following data:

	Cremalheira	Pinhão
Fator dedendum	1,167	1,167
Fator addendum	1	1
Folga de engrenamento	0	0
Fator do raio do pé do dente	0,2	
Largura do pinhão e cremalheira	20	

The 'Dados geométricos' section contains the following data:

Ângulo de pressão frontal	
Passo circular	
Módulo frontal	
Passo frontal	
Espess. circular frontal Roda 1	
Espess. circular frontal Roda 2	
Folga no Interno da Cremalheira	
Folga no Diâmetro Interno Pinhão	

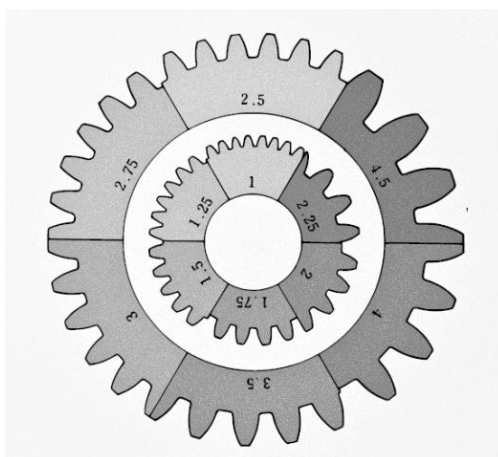
The bottom right corner features the logo 'Roda Dentada V2' and the text 'Cálculo de engrenagens'.

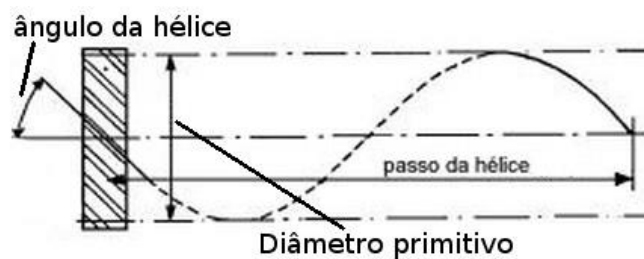
O módulo de Cremalheira faz o cálculo de um pinhão e uma cremalheira que trabalham juntos. Ele funciona do mesmo modo que o módulo principal, mas nesse caso a Roda 1 é substituída por uma cremalheira. Como definição uma cremalheira é uma engrenagem cilíndrica com número de dentes infinitos, e por isso seu perfil é reto. Todos os conceitos de engrenagens cilíndricas valem para a cremalheira.

## Dados de entrada

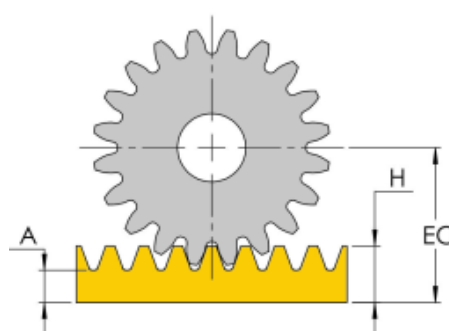
Pinhão e Cremalheira		
Dados de entrada		
	Cremalheira	Pinhão
Módulo	2	
Número de dentes		20
Ângulo de pressão	20	GMS
Ângulo de hélice	0	GMS
EC - Distância entre centros	0	
A - Alma da cremalheira	10	
Fator de correção X	<input type="checkbox"/>	
	0	0

**Módulo.** Valor em mm. Determina o tamanho da engrenagem. Todos os cálculos de uma engrenagem são baseados no módulo. A alteração deste campo após o cálculo zera todos os valores ajustados pelo usuário e recalcula as engrenagens.





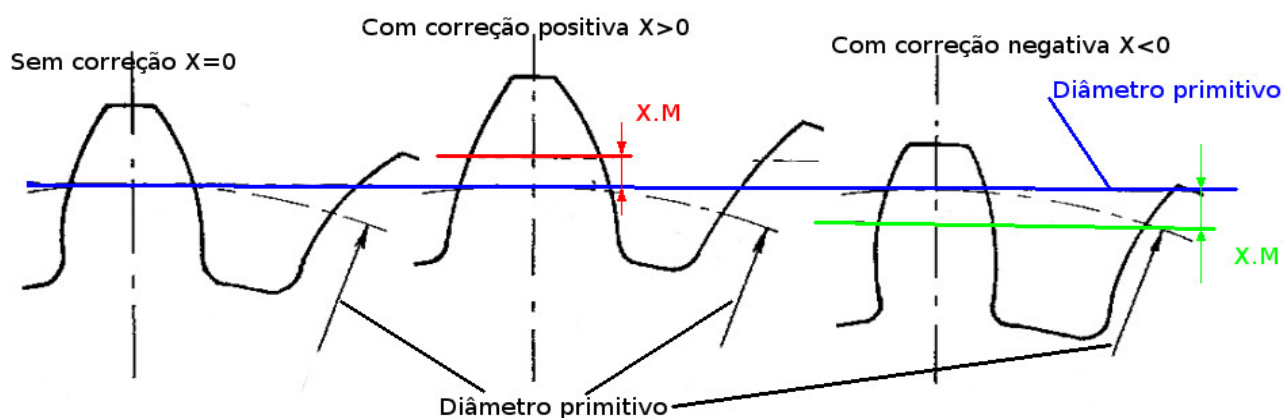
Distância entre centros. Valor em mm. É a soma do raio primitivo do pinhão com a distância do primitivo até a base da cremalheira. Para conjuntos com correção, o programa calcula a distância real entre centros.



Fator de correção  $X$ . Sem unidade. Valor de deslocamento do perfil para ajuste da distância entre centros ou para otimização de engrenagens. Seu uso comum é fazer encaixar 2 engrenagens em uma distância entre centros real, diferente da calculada. Também usado como otimização para garantir maior capacidade de carga e maior suavidade de marcha.

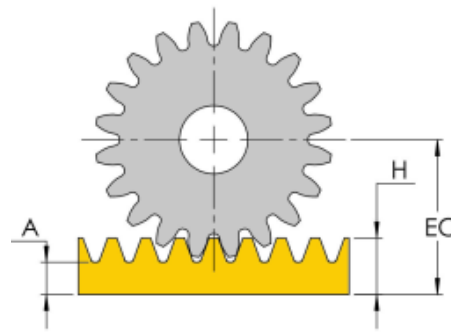
Se não ligado pelo usuário o programa admite o Fator  $X$  como 0 (zero) para as duas rodas.

Para manter a distância entre centros inalterada, a soma dos fatores de correção das duas engrenagens deve ser igual a zero (0).



A – Alma da cremalheira.

Distância entre o interno do dente da cremalheira e sua base. No Roda Dentada é simbolizado pela letra A nos desenhos esquemáticos.



## Capítulo 16 – Módulo GMS

O módulo de GMS pode ser chamado dentro de cada entrada de dados que use ângulos. Os cálculos de engrenagem usam geralmente graus decimais como valores. Nós humanos usamos geralmente a notação graus, minutos e segundo.

O módulo GMS faz a conversão de graus minutos e segundos para graus decimais para o usuário.

Por exemplo se o usuário precisa entrar com um Ângulo de Hélice de  $15^{\circ}23'17''$ , ele clica no botão do módulo GMS e a seguinte tela aparece:

O usuário digita o valor do Grau, pode dar um Enter e avançar para os Minutos, digitar e dar um “Enter” para ir aos Segundos e então dar um “Enter” final para transferir o valor ao sistema.

O valor convertido é colocado no campo de onde o GMS foi chamado.

O sistema mostra inicialmente o valor com todas as casas calculadas, mas depois assume o número de casas que o usuário escolheu.

## Sumário

Introdução.....	1
Capítulo 1 – Como iniciar o programa Roda Dentada.....	2
1.1 – Iniciando o Roda Dentada.....	2
1.2 – Ajustando as preferências do usuário. ....	3
Imprimir relatório completo .....	4
Cor do fundo das janelas .....	4
Cor do Texto .....	4
Fator inicial de cálculo .....	4
Constantes da engrenagem de recâmbio.....	4
Janela de Preview.....	4
Capítulo 2 – Como fazer um cálculo com o programa Roda Dentada .....	5
2.1 - Fazendo um cálculo rápido. ....	5
2.2 – Fazendo um cálculo com nome para salvamento. ....	5
Capítulo 3 – Inserindo valores .....	6
Capítulo 4 – Dados de entrada e saída da região Dados de Entrada. ....	9
Módulo. ....	9
Número de dentes.....	9
Ângulo de pressão.....	9
Ângulo de hélice.....	9
Distância entre centros. ....	10
Fator de correção X. ....	10
Diâmetro externo. ....	10
Diâmetro primitivo. ....	11
Diâmetro interno.....	11
Espessura circular. ....	11
Espessura Cordal no diâmetro externo. ....	12
Diâmetro de base.....	12
Raio do pé do dente.....	12
Diâmetro do início do chanfro e ângulo do chanfro.....	13
Capítulo 5 – Dados da região Desenho.....	13
Divisões do flanco para desenho. ....	13
Mostrar pontos evolvente. ....	13
Perfil no plano normal. ....	14
Perfil gerado.....	14

Capítulo 6 – Dados da região Padrões.....	15
Fator Dedendum Roda 1 e 2.....	15
Fator Addendum Roda 1 e 2.....	15
Folga de engrenamento.....	16
Fator do raio do pé do dente.....	16
Comprimento da engrenagem.....	16
Mostrar X casas após a vírgula.....	16
Capítulo 7 – Dados da região Dados Geométricos.....	16
Ângulo de pressão frontal.....	16
Passo circular.....	16
Módulo frontal.....	17
Passo frontal.....	17
Espessura circular frontal Roda 1 e 2.....	17
Grau de recobrimento.....	17
Folga Diâmetro Interno Roda 1.....	17
Folga Diâmetro Interno Roda 2.....	17
Relação de transmissão Roda1/Roda2.....	17
Capítulo 8 – Impressão dos resultados e relatório.....	17
Capítulo 9 – Módulos do menu Ferramentas.....	18
Módulos do Roda Dentada.....	20
9.1 - Fator X – através da medida sobre dentes.....	20
9.2 - Fator X – através da espessura circular.....	20
9.3 - Fator X – através da distância entre centros real.....	20
9.4 - Ângulo pela evolvente.....	21
9.5 - Evolvente de um ângulo.....	21
9.6 – Número mínimo de dentes.....	21
9.7 – Relação de transmissão.....	21
9.8 – Número de dentes através da relação de transmissão.....	21
9.9 – Folga de engrenamento.....	22
9.10 – Diâmetro do Pino.....	23
9.11 – Medida sobre pinos.....	23
9.12 – Número de dentes a medir.....	23
9.13 – Medida sobre dentes.....	23
9.14 – Passo da hélice.....	24
9.15 – Ângulo da hélice em um diâmetro qualquer.....	24
9.16 – Engrenagens de recâmbio.....	25
Capítulo 10 – Janela de Preview.....	26

Como ajustar a escala da janela de Preview. ....	27
Grupo Desenhar.....	28
Roda 1 .....	28
Roda 2.....	28
Trocoide .....	28
Grupo Destacar.....	28
Evolvente.....	29
Pé do dente .....	29
Diâmetros .....	29
Grupo Análise. ....	30
Congelar .....	30
Fundo Branco .....	30
Montagem .....	30
Mostrar Folga.....	31
Diâmetro de base .....	31
Diâmetro Primitivo .....	31
Diâmetro Primitivo corrigido.....	31
Evolvente estendida.....	31
Desenhar Diâm. Roda1 .....	31
Desenhar Diâm. Roda2 .....	31
Escala .....	31
Salvar Imagem.....	31
Contato .....	31
Escala 1.....	31
Centralizar Dentado.....	31
Desenhar.....	32
Espessura .....	32
Animação.....	32
Capítulo 11 – Módulo Sem Fim e Coroa .....	33
Como usar o módulo de Sem-fim e Coroa. ....	34
Diâmetro externo da coroa. ....	35
Ajustar diâmetros.....	35
Aproveitamento de ferramentas, protótipos ou definição do módulo normal.....	36
Preview do Sem-fim e Coroa .....	37
Capítulo 12 – Cálculo do tempo de corte com Caracol. ....	38
Dados de entrada.....	39
Dados da engrenagem. ....	39



Módulo.....	39
Número de dentes .....	39
Ângulo de pressão .....	39
Ângulo de Hélice.....	39
Comprimento total de corte .....	39
Diâmetro externo .....	39
Diâmetro interno .....	39
Dados do Caracol .....	40
Diâmetro externo .....	40
Número de entradas do cortador caracol .....	40
Sentido da hélice do cortador caracol .....	40
Calcular profundidade de corte.....	40
Controle de passadas. ....	40
Calcular tempo .....	41
Capítulo 13 – Redutor epicicloidal. ....	42
Capítulo 14 – Engenharia Reversa:.....	45
14.1 - Cálculo do módulo pela medida sobre dentes. ....	45
Número de dentes da engrenagem .....	45
Ângulo de Pressão .....	45
14.2 - Achando o fator de correção X.....	47
14.3 – Descobrimo o Ângulo de Pressão. ....	47
14.4 – Cálculo do Módulo pelos diâmetros. ....	48
Capítulo 15 – Módulo Cremalheira .....	50
Dados de entrada.....	51
Módulo.....	51
Número de dentes .....	51
Ângulo de pressão. ....	51
Ângulo de hélice. ....	51
Distância entre centros.....	52
Fator de correção X.....	52
A – Alma da cremalheira.....	52
Capítulo 16 – Módulo GMS .....	53