

Roteiro Aula Prática



MANUFATURA MECÂNICA: USINAGEM

ROTEIRO DE AULA PRÁTICA

MANUFATURA MECÂNICA: USINAGEM

UNIDADE: U2_PROCESSOS CONVENCIONAIS DE USINAGEM

AULA: A1_TORNEAMENTO

OBJETIVOS

Definição dos objetivos da aula prática:

- Estabelecer uma sequência lógica do processo de torneamento;
- Transformar matéria-prima aço 1020 em um prumo;
- Realizar processos de desbaste, ranhura e faceamento em aços.

SOLUÇÃO DIGITAL:

PRÁTICAS ESPECÍFICAS DE ENG. MECÂNICA E ENG. PRODUÇÃO>> Usinagem de Peça Cilíndrica - ID 909

Laboratório Virtual Algetec - simulador: "Usinagem de Peça Cilíndrica".

O laboratório virtual é uma plataforma para simulação de procedimentos em laboratório e deve ser acessado preferencialmente por computador.

PROCEDIMENTOS PRÁTICOS E APLICAÇÕES

Procedimento/Atividade nº 1

Usinagem de Peça Cilíndrica

Atividade proposta:

Neste experimento, será aplicado um processo de fabricação conhecido comumente como torneamento. Aqui, será utilizado um cilindro de metal que tem como principal função garantir a verticalidade das paredes na construção civil.

Para a realização do experimento, primeiramente será necessário que o aluno faça a escolha ideal do material a ser torneado, nesse caso, um tarugo cilíndrico de aço carbono 1020 com diâmetro de, no mínimo, 50 mm. O próximo passo será a realização dos processos de torneamento necessários: fixação da matéria-prima na placa, faceamento, furação, chanframento, desbaste, ranhura, torneamento cônico e, para finalizar, facear a peça novamente, até que as medidas finais sejam as indicadas no desenho apresentado. O experimento será conduzido no laboratório de processos de fabricação mecânica. As peças cilíndricas para usinagem se encontram na ala de barras metálicas. A ferramenta de corte que será utilizada se encontra em seu recipiente de armazenamento, no armário de materiais, e os itens de segurança necessários se encontram no armário de EPIs

Procedimentos para a realização da atividade:

1. SEGURANÇA DO EXPERIMENTO

Visualize o armário de EPIs clicando com o botão esquerdo do mouse na câmera “Armário de EPIs” do menu “Visualização” ou utilizando o atalho “Alt+4”



Abra o armário de EPIs clicando com o botão esquerdo do mouse em uma de suas portas



Coloque os EPIs clicando com o botão esquerdo do mouse no jaleco e nos óculos de proteção.



Feche o armário de EPIs clicando com o botão esquerdo do mouse sobre uma de suas portas.



Visualize o tarugo clicando com o botão esquerdo do mouse na câmera “Mesa” do menu “Visualização” ou utilizando o atalho “Alt+3”.



2. REALIZANDO A USINAGEM DA PEÇA

Corte o tarugo, deixando-o com o comprimento de 95 mm, clicando com o botão direito do mouse no tarugo e selecionando com o botão esquerdo do mouse a opção “Cortar peça”.



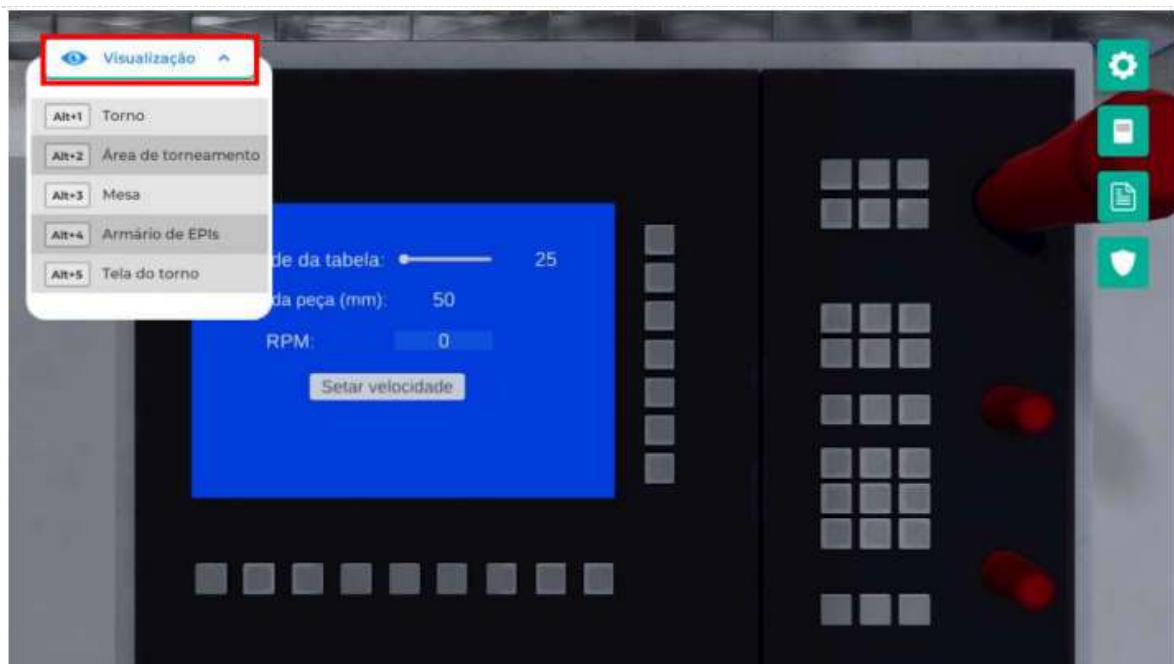
Mova o tarugo para o torno clicando com o botão direito do mouse no tarugo e selecionando com o botão esquerdo do mouse a opção “Colocar no torno”.



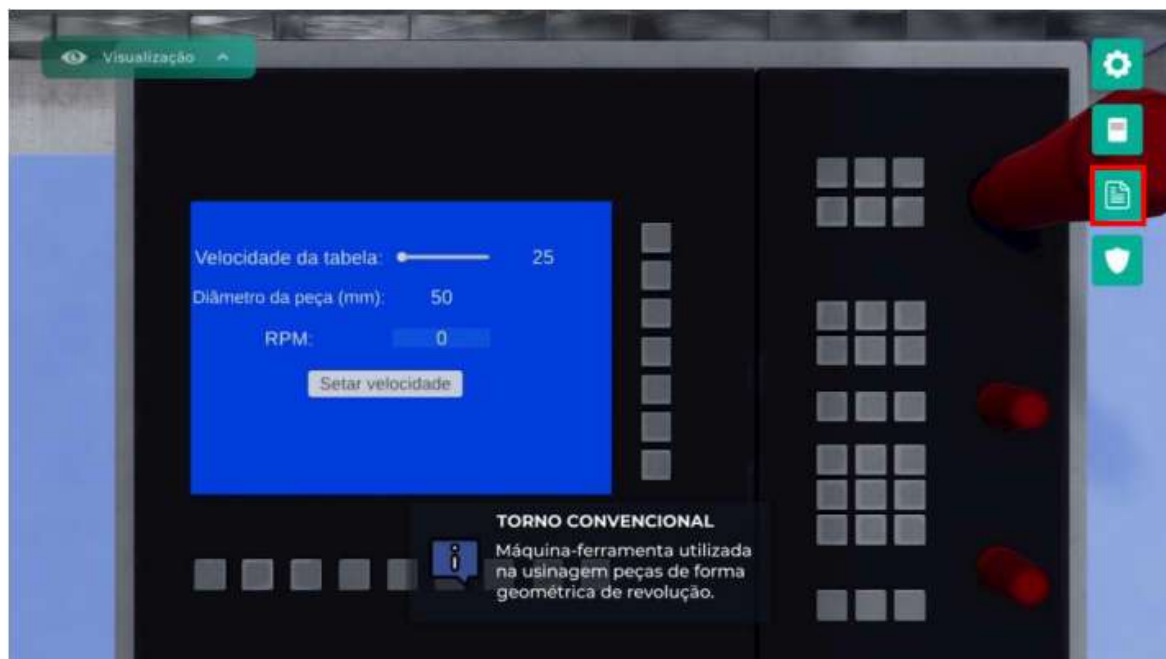
Visualize a tela do torno clicando com o botão esquerdo do mouse na câmera “Tela do torno” do menu “Visualização” ou utilizando o atalho “Alt+5”.



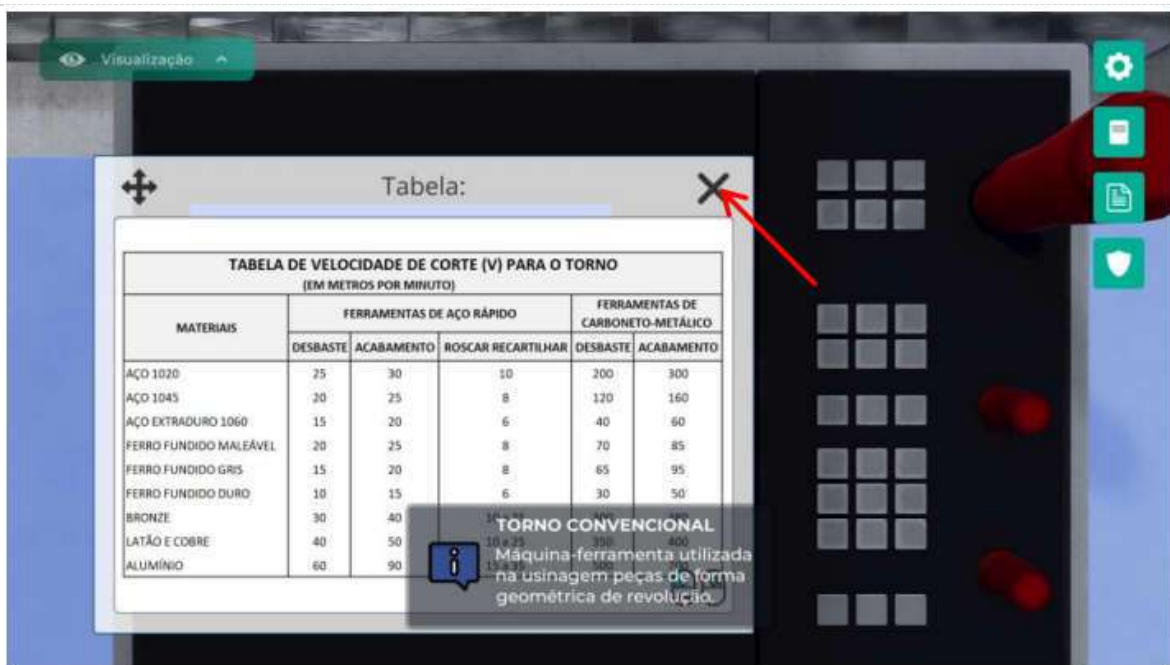
Recolha o menu de visualização clicando com botão esquerdo do mouse em “Visualização”.



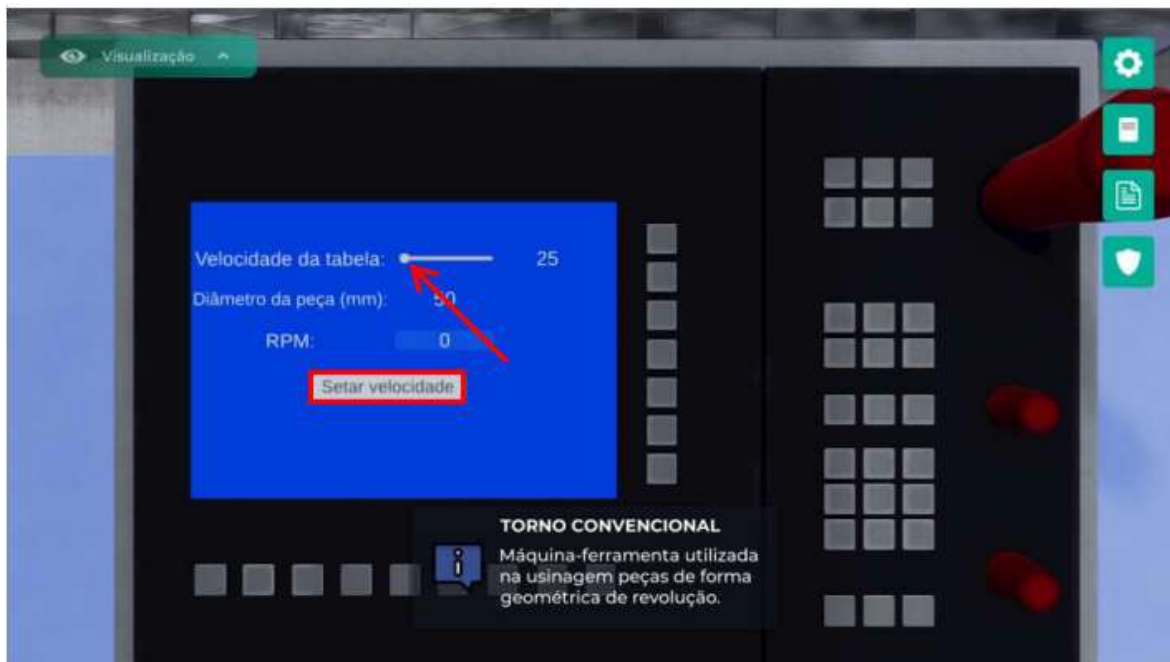
Verifique a tabela de velocidades clicando com o botão esquerdo do mouse no botão indicado abaixo. Verifique a velocidade indicada para o desbaste do aço 1020 para uma ferramenta de aço rápido.



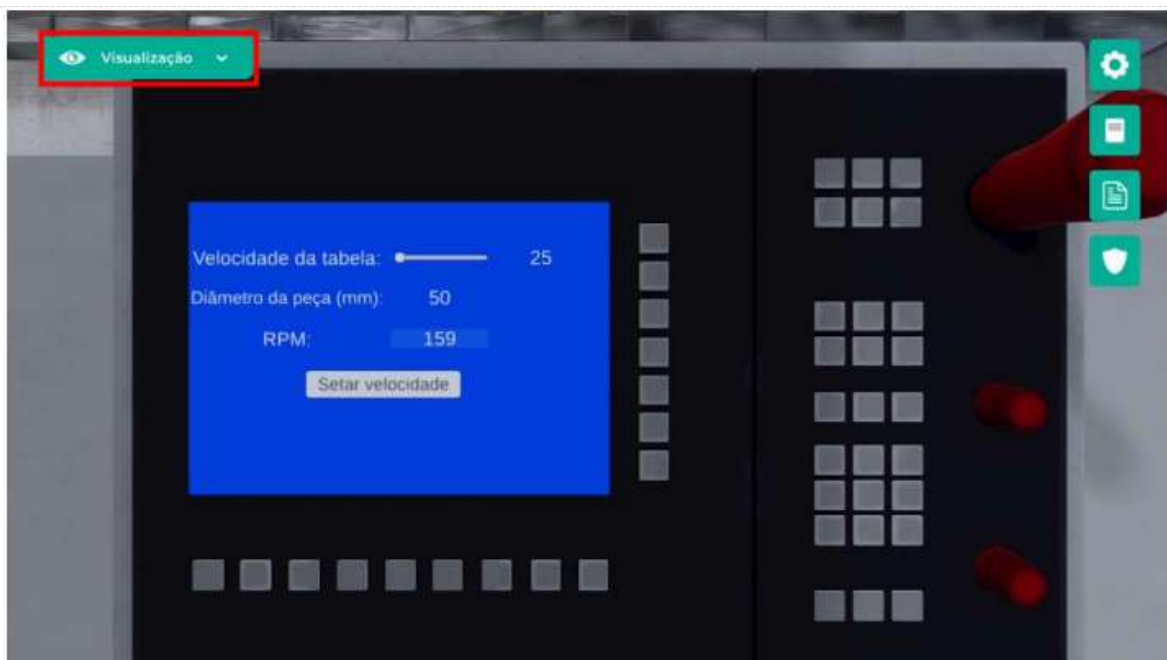
Feche a tabela, após verificar o valor da velocidade, clicando com o botão esquerdo do mouse no local indicado.



Ajuste a velocidade para o valor encontrado na tabela clicando e arrastando com o botão esquerdo do mouse o controle deslizante e, em seguida, clicando com o botão esquerdo do mouse em “Setar velocidade”.



Exiba o menu de visualização clicando com o botão esquerdo do mouse em “Visualização”.



Visualize a área de torneamento clicando com o botão esquerdo do mouse na câmera “Área de torneamento” do menu “Visualização” ou utilizando o atalho “Alt+2”.



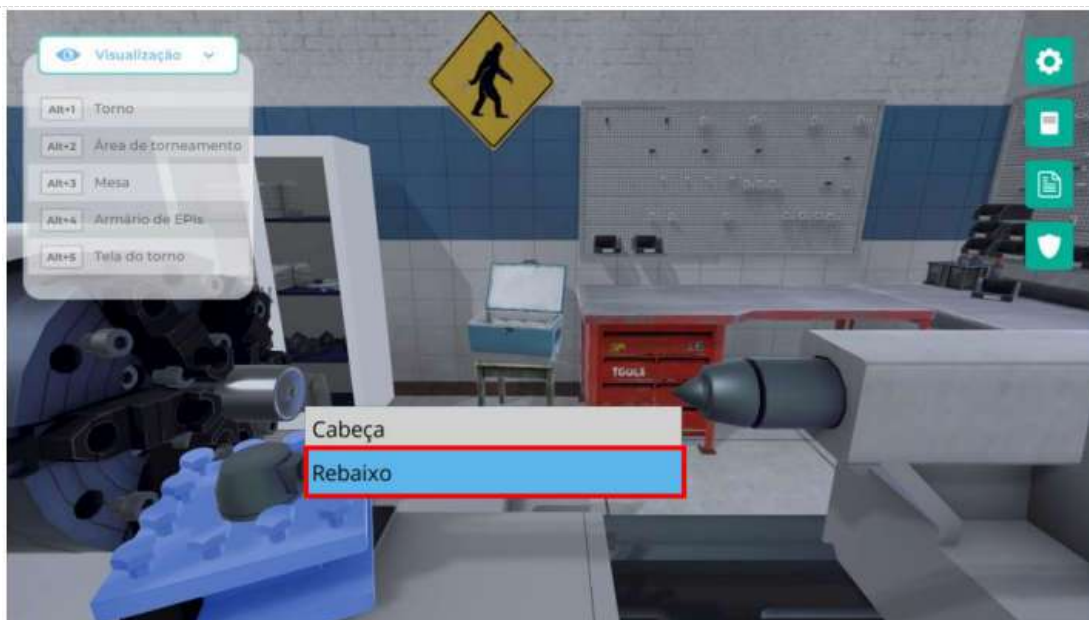
Realize o faceamento da peça clicando com o botão direito do mouse no carro e selecionando com o botão esquerdo do mouse a opção “Faceamento”.



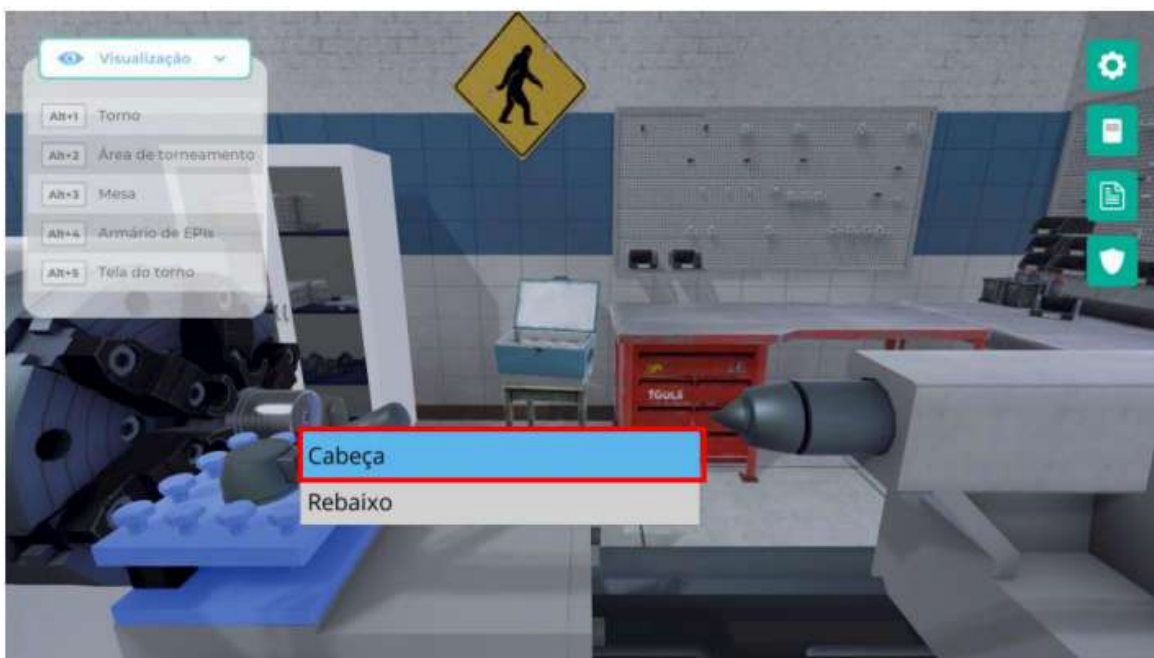
Realize a furação da peça clicando com o botão direito do mouse no carro e selecionando com o botão esquerdo do mouse a opção “Furo”.



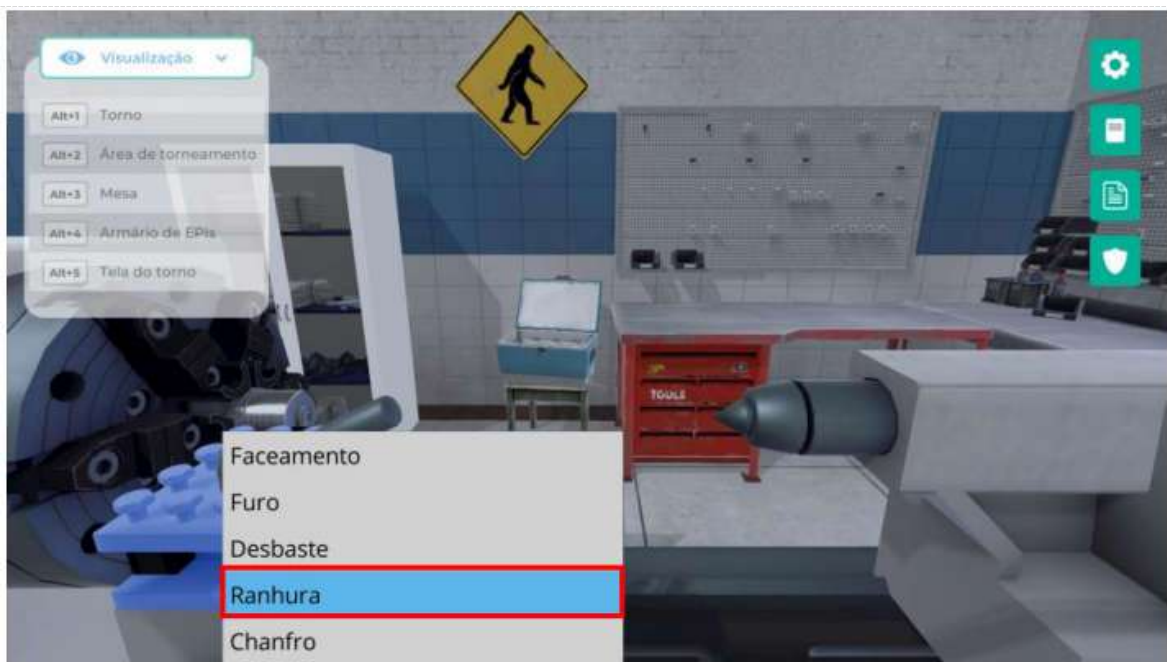
Realize o desbaste do rebaixo da peça clicando com o botão direito do mouse no carro, selecionando com o botão esquerdo do mouse a opção “Desbaste” e escolhendo com o botão esquerdo do mouse a opção “Rebaixo”.



Realize o desbaste da cabeça da peça clicando com o botão direito do mouse no carro, selecionando com o botão esquerdo do mouse a opção “Desbaste” e escolhendo com o botão esquerdo do mouse a opção “Cabeça”.



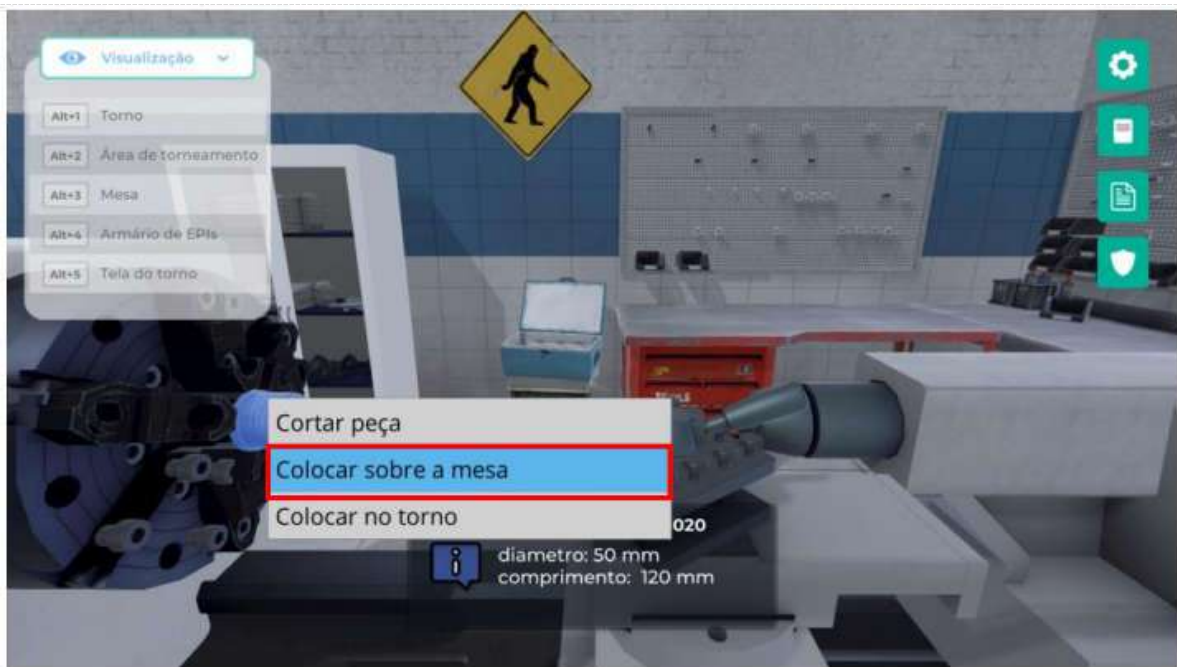
Execute as ranhuras da peça clicando com o botão direito do mouse no carro e selecionando com o botão esquerdo do mouse a opção “Ranhura”.



Realize os chanfros da peça clicando com o botão direito do mouse no carro e selecionando com o botão esquerdo do mouse a opção “Chanfro”.



Mova a peça finalizada para a mesa clicando com o botão direito do mouse na peça e selecionando com o botão esquerdo do mouse a opção “Colocar sobre a mesa”.



Avaliando os resultados:

1. Por que é necessário facear a peça antes de realizar qualquer processo?
2. Por que o tarugo precisa ser cortado previamente antes de ser colocado no torno?
3. Qual o risco de não se calcular a rotação de operação do torno?

Checklist:

- Colocar os equipamentos de proteção individual;
- Cortar o tarugo;
- Posicionar o tarugo;
- Configurar a velocidade de operação do torno;
- Realizar a usinagem;

RESULTADOS

Resultados do experimento:

Ao final dessa aula prática, você deverá enviar um arquivo em word contendo as informações obtidas no experimento, em conjunto com um texto conclusivo a respeito das informações obtidas. **Não se esqueça de responder as questões levantadas no “Avaliando o resultado” e também documentar processo da execução da prática.**

Aqui estão os elementos essenciais que devem constar em um relatório desse tipo:

- **Resumo:** Um resumo conciso que fornece uma visão geral do experimento, incluindo os principais objetivos, resultados e conclusões. Deve ser uma breve síntese do relatório.
- **Introdução:** Uma introdução ao experimento, explicando o propósito do estudo, as questões que você pretende responder e a relevância da prática em questão.
- **Teoria e Fundamentação:** Explicação da teoria sobre os assuntos abordado na prática
- **Metodologia:** Descrição detalhada do procedimento realizado.
- **Resultados:** Apresentação dos resultados da prática. Os resultados devem ser organizados de forma clara e legível.
- **Conclusões:** Resuma as principais conclusões tiradas do experimento. Responda às questões levantadas na introdução. Destaque os principais resultados e descubra seu significado.
- **Referências:** Liste todas as fontes de informações utilizadas na pesquisa, incluindo livros, artigo ou outras fontes relevantes.

Resultados de Aprendizagem:

Como resultados dessa prática, os alunos irão aprender a aplicar o processo de torneamento para a fabricação de uma peça cilíndrica, desde a preparação do material bruto até a realização de operações de faceamento, furação, desbaste, chanframento e acabamento. Os alunos serão capazes de selecionar corretamente o material a ser usinado, ajustar a velocidade de operação do torno conforme as especificações do aço carbono 1020, e seguir as etapas de usinagem para atingir as medidas indicadas no projeto. Além disso, os alunos irão compreender a importância da segurança ao manusear o torno e os EPIs necessários, identificar os efeitos de cada operação sobre a peça e avaliar como cada etapa influencia a precisão e a qualidade final do produto, garantindo que a peça esteja conforme os requisitos técnicos de engenharia e normas de fabricação.

ROTEIRO DE AULA PRÁTICA

MANUFATURA MECÂNICA: USINAGEM

UNIDADE: U2_PROCESSOS CONVENCIONAIS DE USINAGEM

AULA: A2_FRESAMENTO

OBJETIVOS

Definição dos objetivos da aula prática:

- Compreender os conceitos fundamentais do processo de fresamento;
- Identificar as diferenças entre fresamento convencional e concordante;
- Determinar os parâmetros de corte adequados (velocidade, avanço e profundidade);
- Operar a fresadora de forma segura, observando os procedimentos de montagem e fixação da peça;
- Avaliar o acabamento superficial e o desgaste da ferramenta;

SOLUÇÃO DIGITAL:

PRÁTICAS ESPECÍFICAS DE ENG. MECÂNICA E ENG. PRODUÇÃO>> Lubrificação e Desgaste: Desgaste de Fresamento com e sem Lubrificante - ID 925

Laboratório Virtual Algetec - simulador: “Lubrificação e Desgaste: Desgaste de Fresamento com e sem Lubrificante”.

O laboratório virtual é uma plataforma para simulação de procedimentos em laboratório e deve ser acessado preferencialmente por computador.

PROCEDIMENTOS PRÁTICOS E APLICAÇÕES

Procedimento/Atividade nº 1

Atividade proposta:

Fresamento com e sem lubrificante.

Procedimentos para a realização da atividade:

SEGURANÇA DO EXPERIMENTO

Visualize o armário de EPIs clicando com o botão esquerdo do mouse na câmera com o nome “Armário de EPIs” localizada dentro do painel de visualização no canto superior esquerdo da tela. Se preferir, também pode ser utilizado o atalho do teclado “Alt+7”.



Abra o armário de EPis clicando com o botão esquerdo do mouse em uma das portas do armário.



Selecione os EPis necessários para a realização do ensaio clicando com o botão esquerdo do mouse sobre eles. Nesse experimento, é obrigatório o uso de jaleco branco, luvas de procedimento, máscara descartável e óculos.



Feche o armário de EPis clicando com o botão esquerdo do mouse em uma das portas do armário.



Visualize o centro de usinagem clicando com o botão esquerdo do mouse na câmera “Fresadora” ou através do atalho do teclado “Alt+4”.

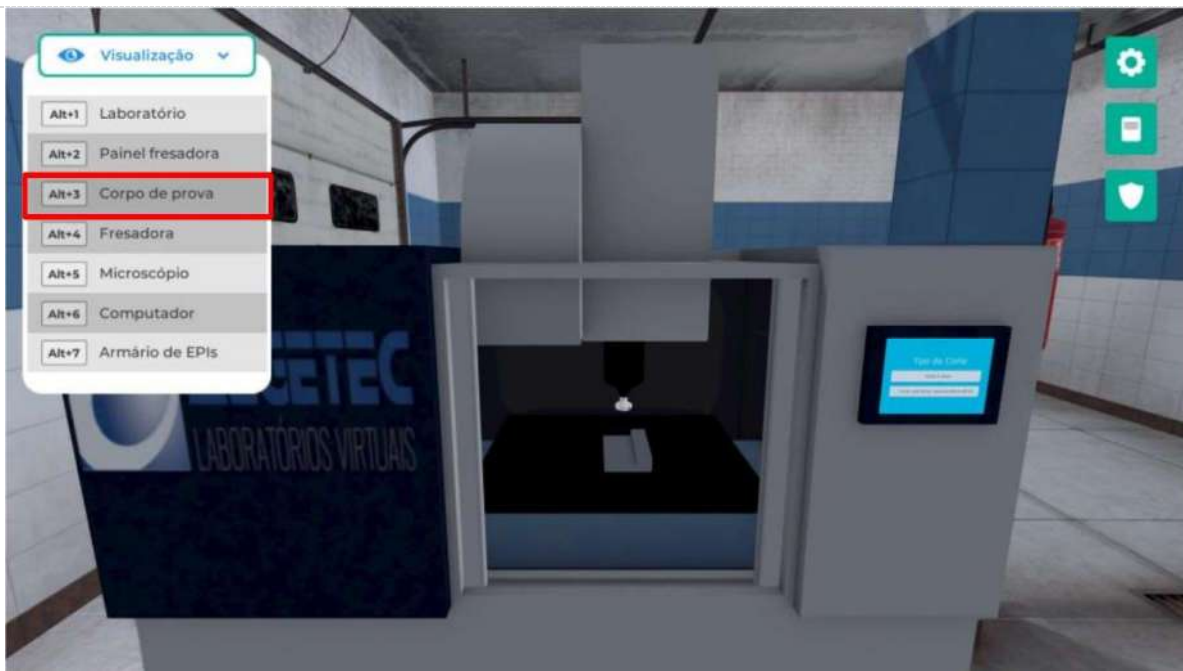


REALIZANDO O FRESAMENTO SEM LUBRIFICAÇÃO

Abra a porta do centro de usinagem clicando com o botão esquerdo do mouse em uma das portas do centro de usinagem.



Visualize o corpo de prova clicando com botão esquerdo do mouse na câmera “Corpo de prova” ou através do atalho do teclado “Alt+3”.



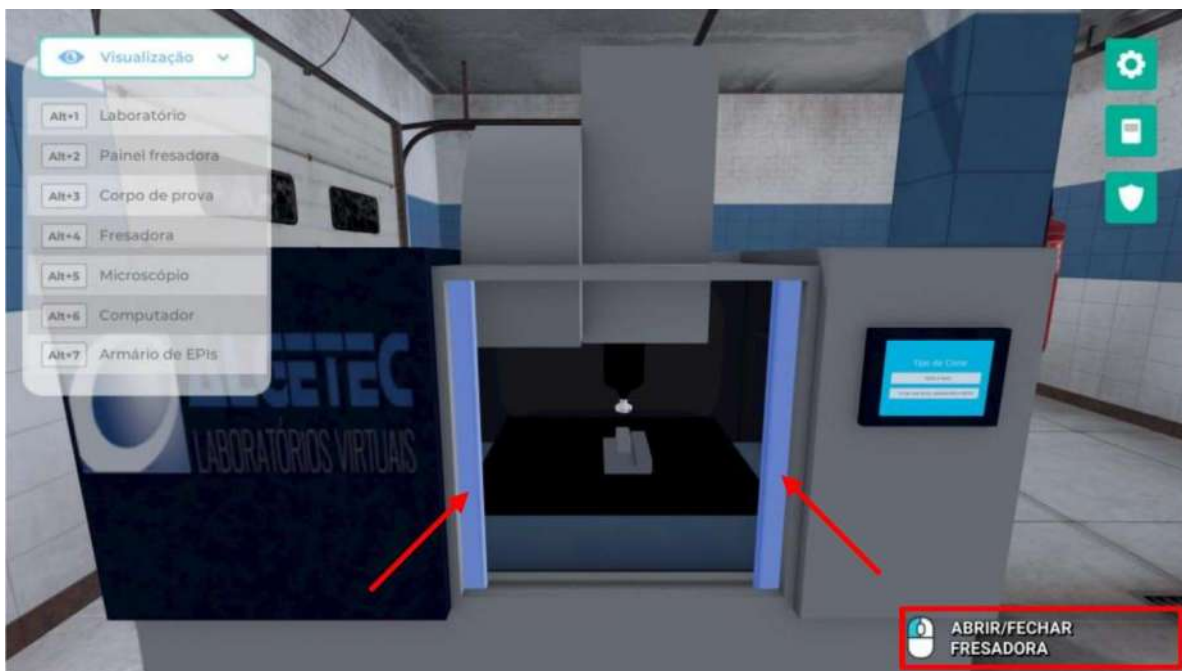
Mova o corpo de prova clicando com o botão direito do mouse no corpo de prova da direita e selecione a opção “Mover para centro de usinagem”.



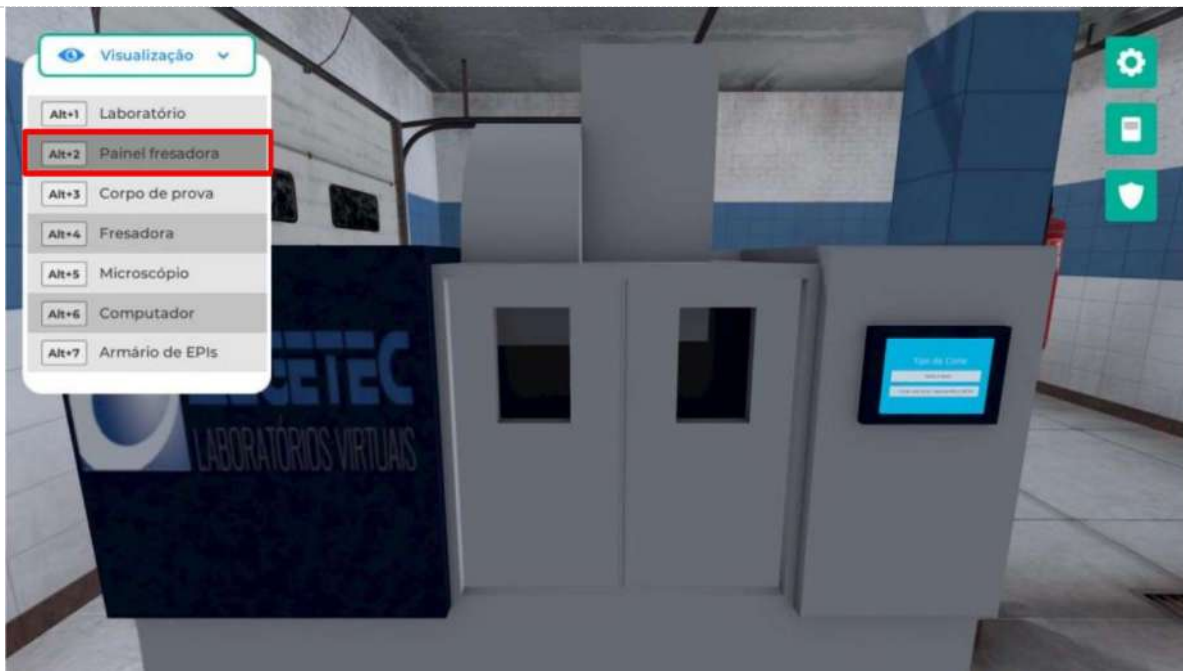
Visualize o centro de usinagem clicando com o botão esquerdo do mouse na câmera “Fresadora” ou através do atalho do teclado “Alt+4”.



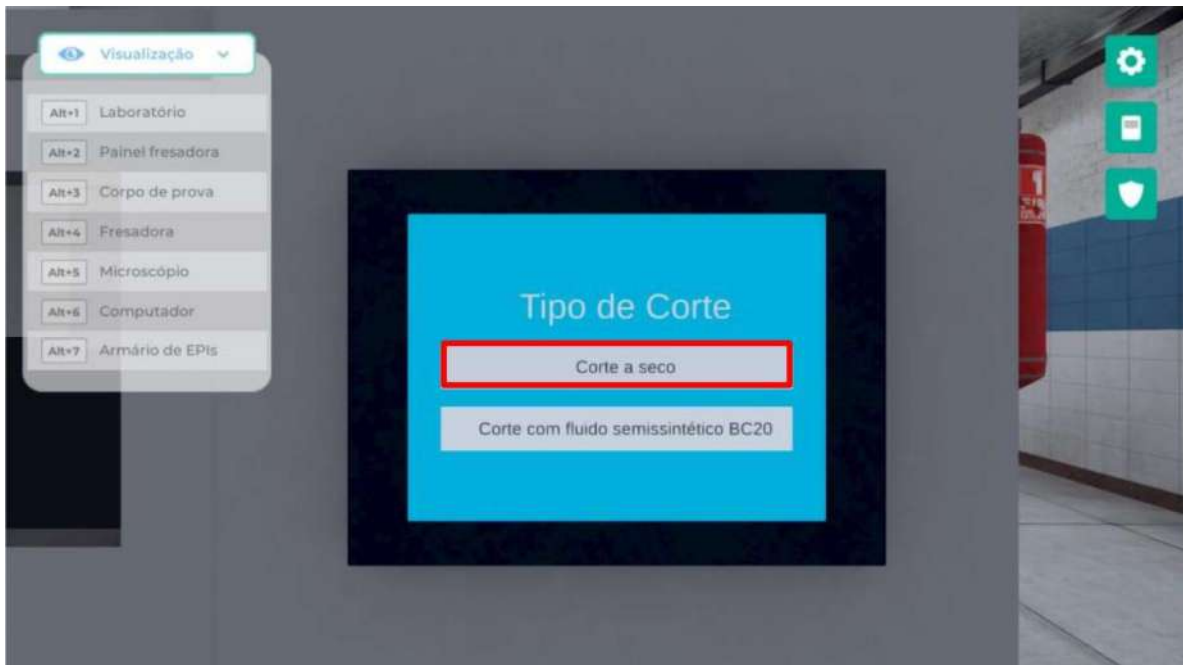
Feche o centro de usinagem clicando com o botão esquerdo do mouse em uma das portas do centro de usinagem.



Visualize o painel da fresadora clicando com o botão esquerdo do mouse na câmera “Painel fresadora” ou através do atalho do teclado “Alt+2”.



Selecione o corte sem lubrificação clicando com o botão esquerdo do mouse em “Corte Seco”.



Selecione a ferramenta de corte de 25 mm clicando com o botão esquerdo do mouse em “Corte de metal duro (25 mm)”.



Ajuste a velocidade de corte para 270 mm/min, a profundidade de usinagem igual a 1 mm, a largura de usinagem igual a 17,5 mm e o avanço igual a 0,12 mm/volta clicando e arrastando com o botão esquerdo do mouse no botão deslizante referente a cada parâmetro.



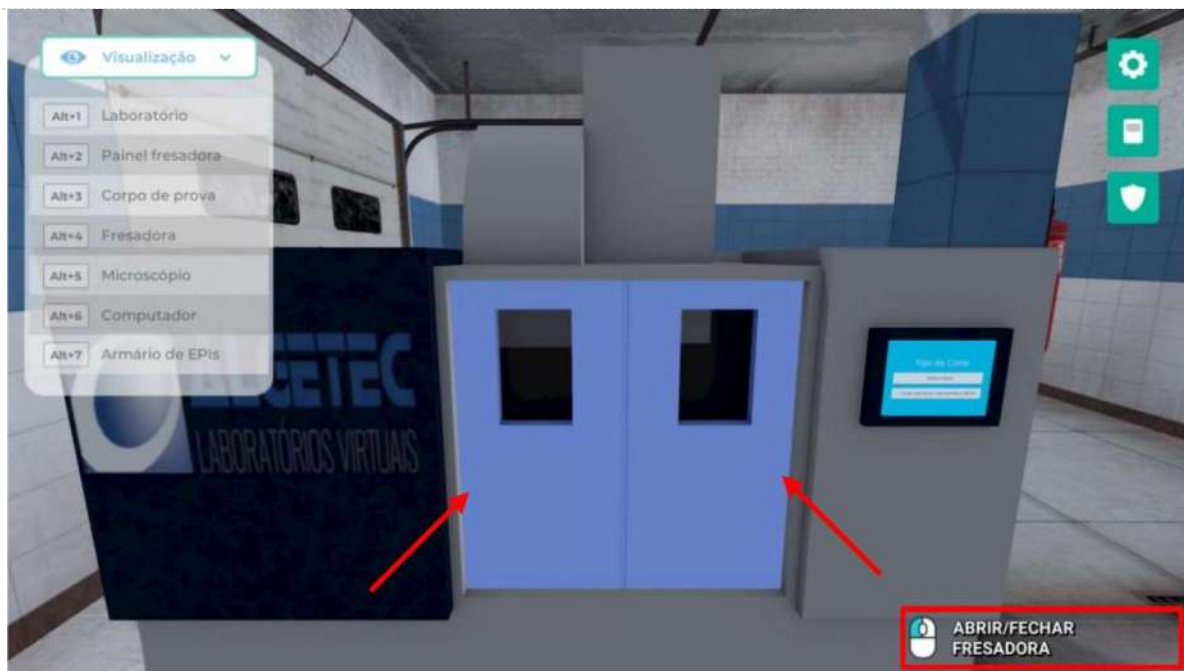
Inicie o corte a seco clicando com o botão esquerdo do mouse em "Start".



Visualize as portas do centro de usinagem clicando com o botão esquerdo do mouse na câmera “Fresadora” ou através do atalho do teclado “Alt+4”.



Abra a porta do centro de usinagem clicando com o botão esquerdo do mouse em uma das portas do centro de usinagem.



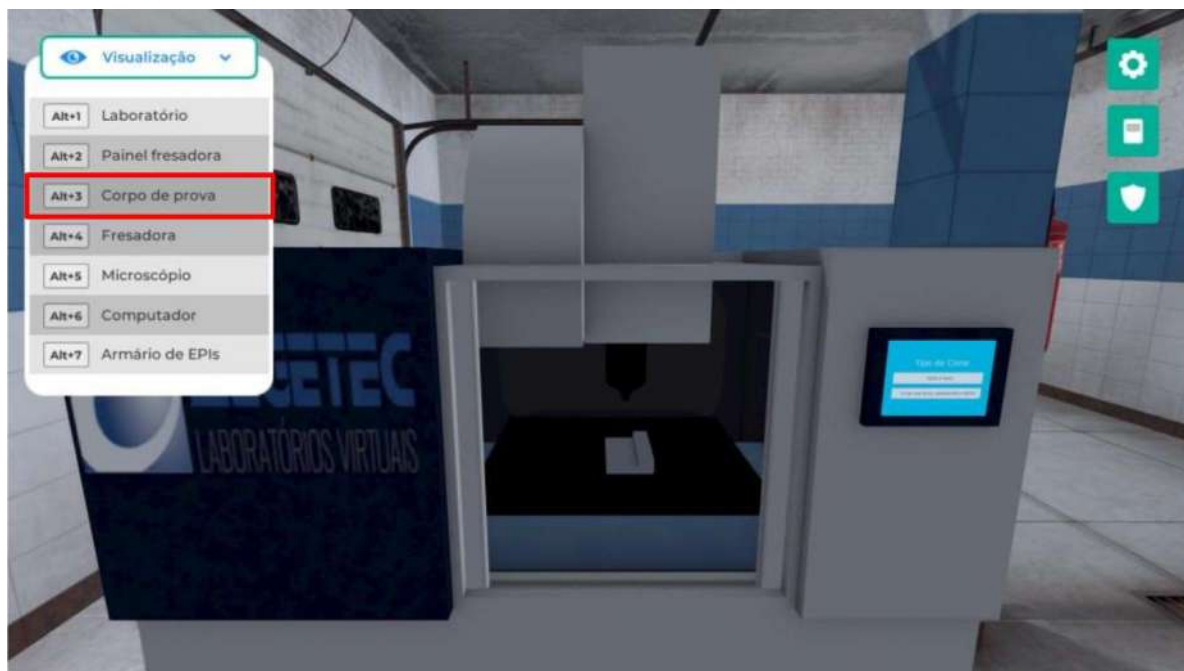
Mova a ferramenta de corte clicando com o botão direito do mouse na ferramenta de corte e selecione a opção “Mover para mesa”.



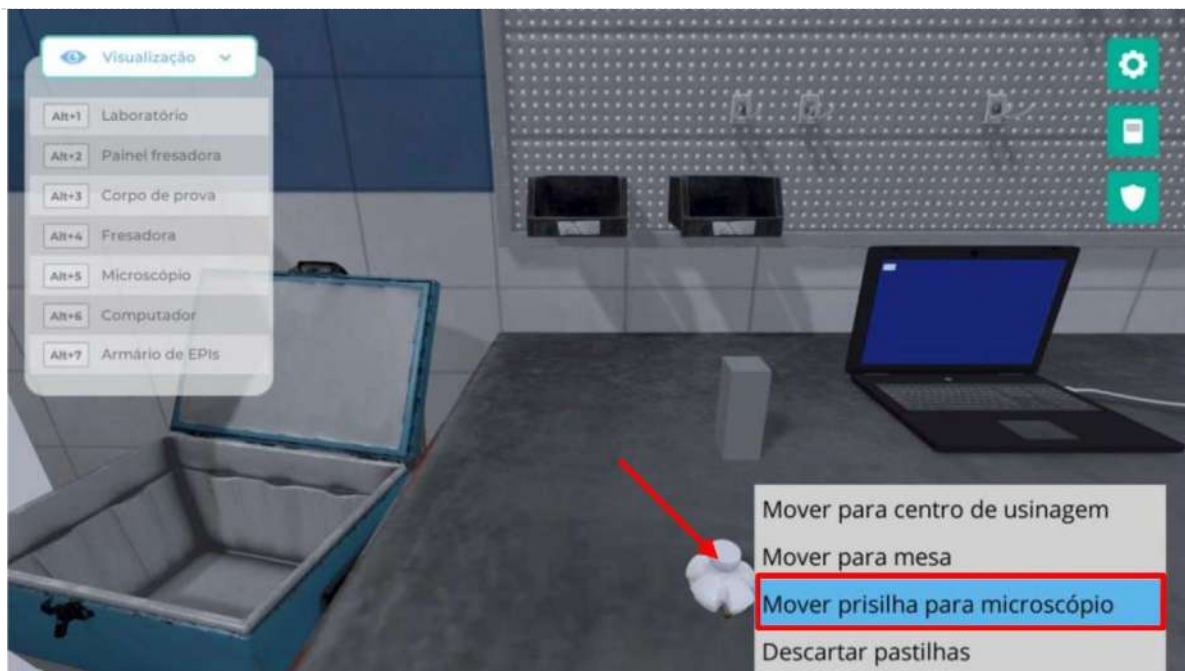
Descarte o corpo de prova utilizado clicando com o botão direito do mouse no corpo de prova e selecione a opção “Descartar corpo de prova”.



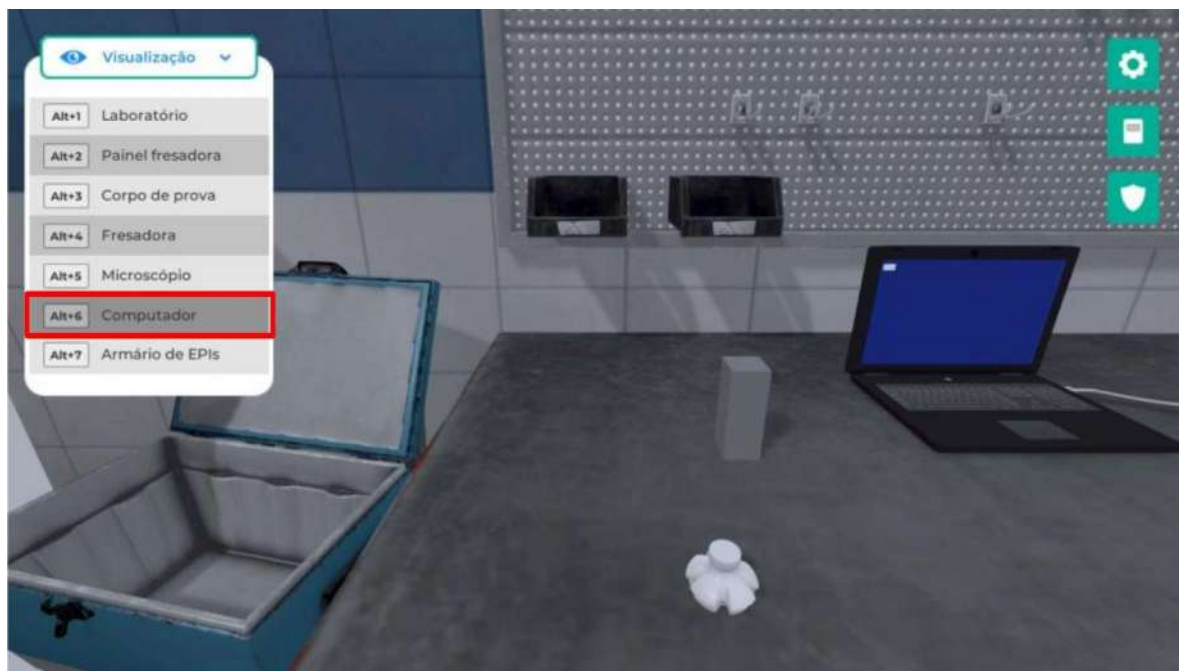
Visualize a ferramenta de corte utilizada clicando com botão esquerdo do mouse na câmera “Corpo de prova” ou através do atalho do teclado “Alt+3”.



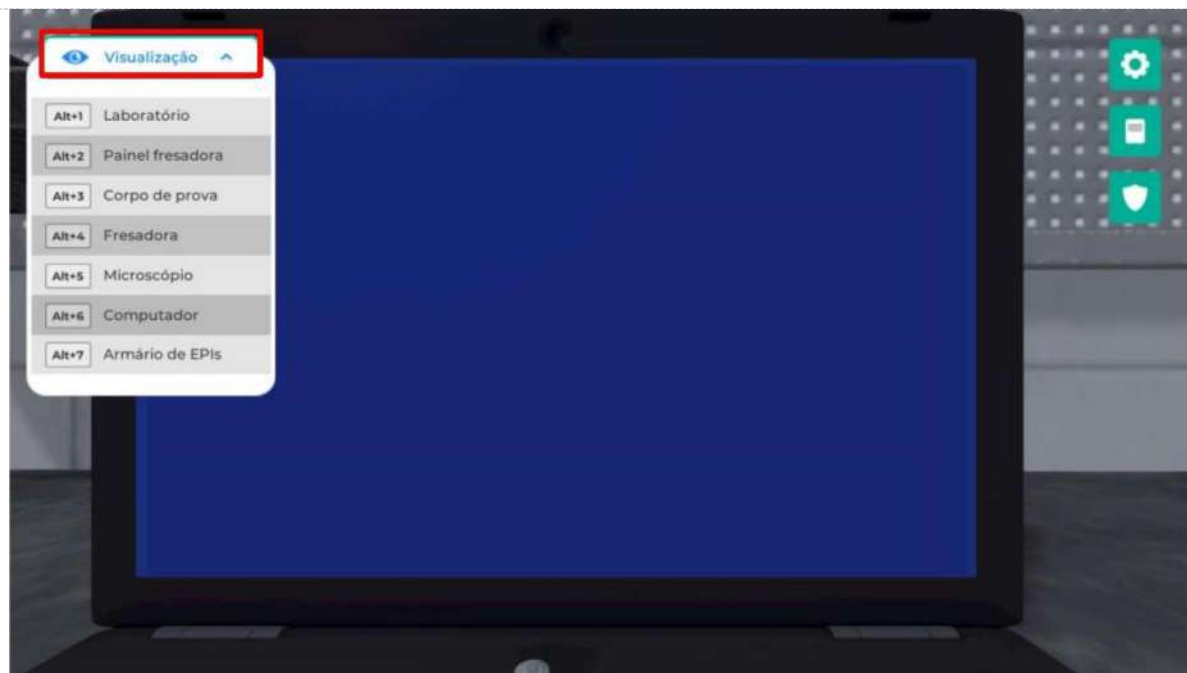
Mova a pastilha clicando com o botão direito do mouse na ferramenta de corte e selecione a opção “Mover pastilha para microscópio”.



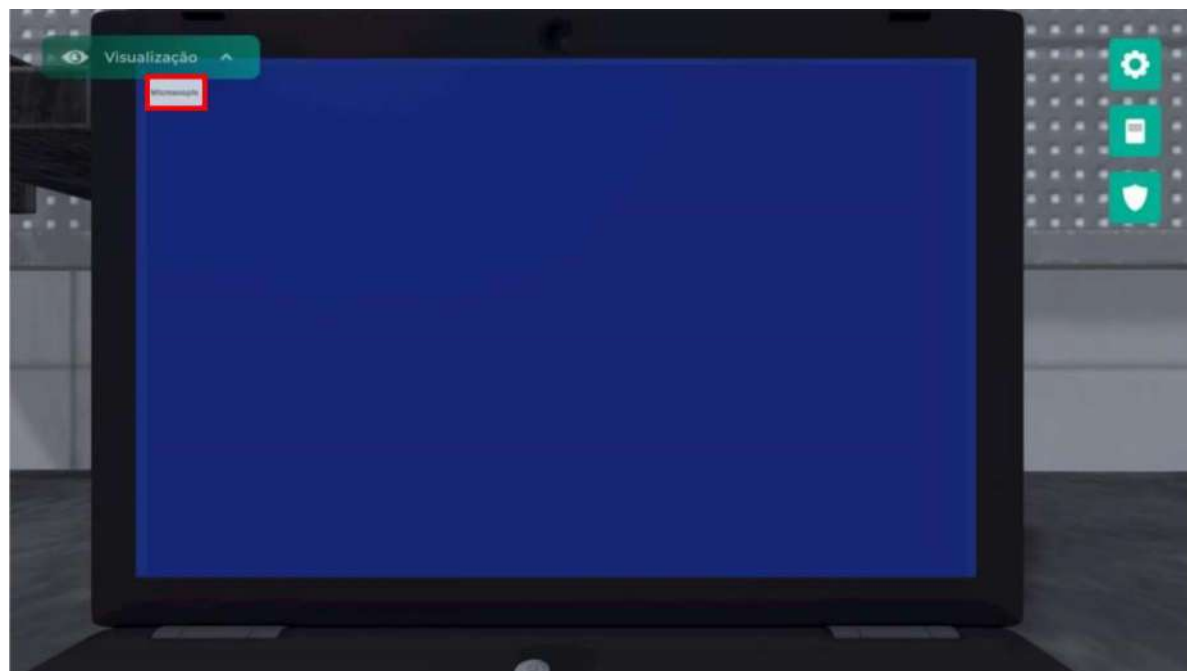
Visualize o computador clicando com o botão esquerdo do mouse na câmera “Computador” ou através do atalho do teclado “Alt+6”.



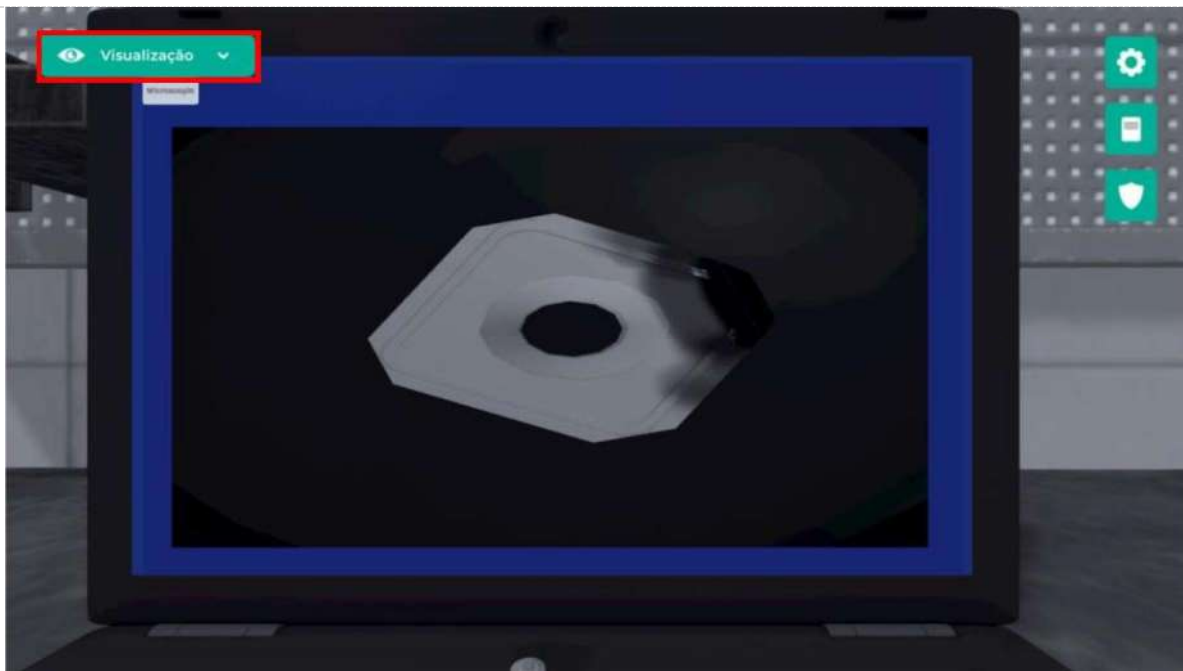
Recolha o menu de visualização clicando com o botão esquerdo do mouse em “Visualização”.



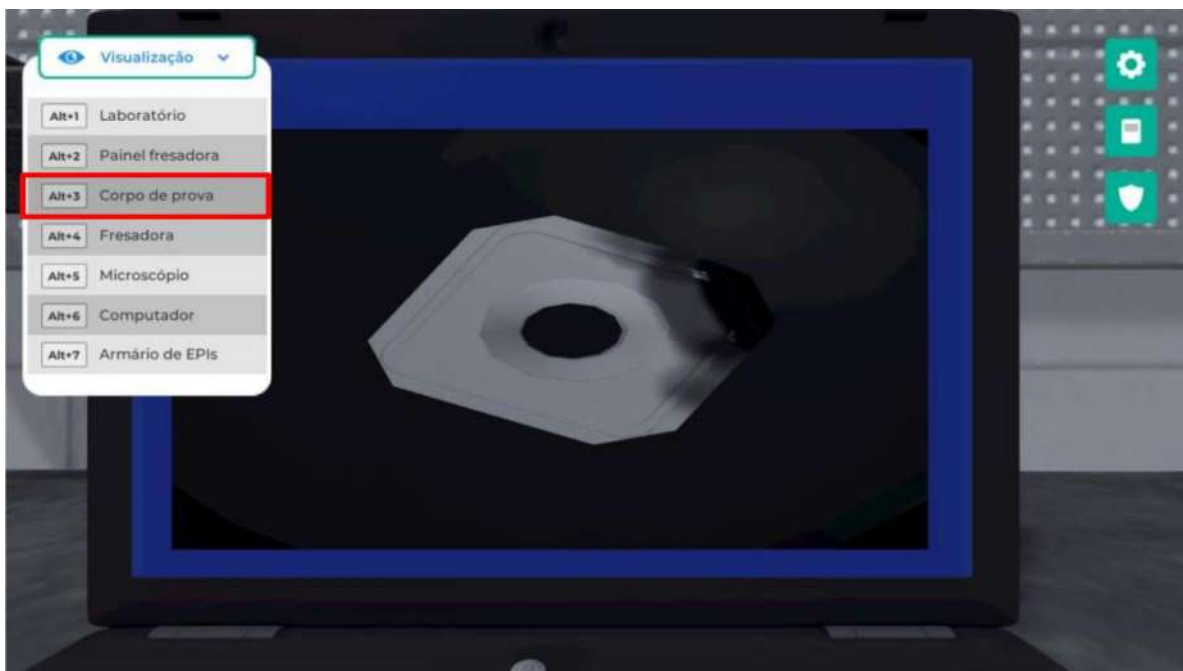
Abra a visualização da câmera do microscópio clicando com o botão esquerdo do mouse em “Microscópio”. Observe o desgaste da pastilha utilizada para o corte a seco.



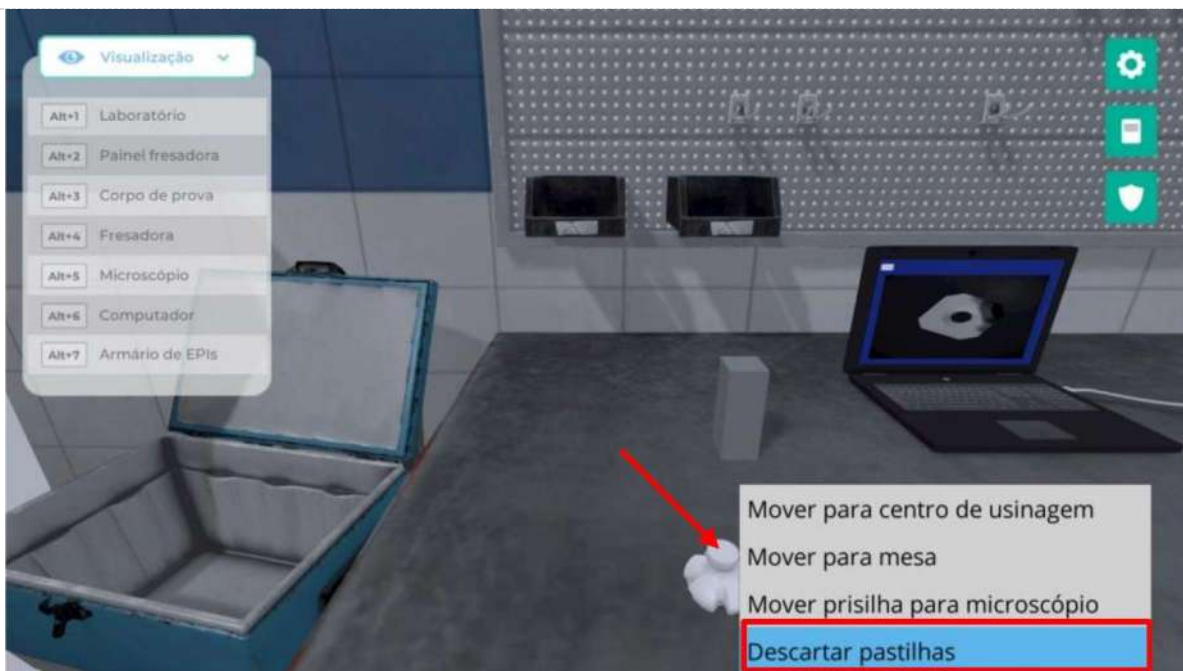
Abra o menu de visualização clicando com o botão esquerdo do mouse em “Visualização”.



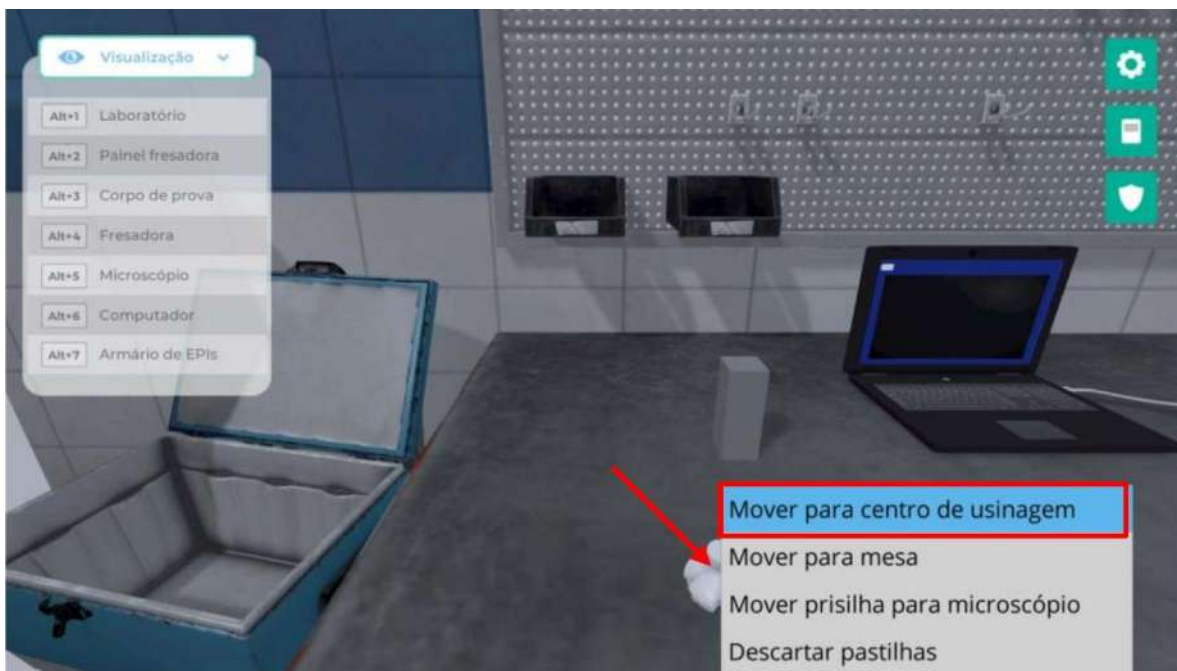
Visualize a ferramenta de corte clicando com botão esquerdo do mouse na câmera “Corpo de prova” ou através do atalho do teclado “Alt+3”.



Troque as pastilhas da ferramenta de corte clicando com o botão direito do mouse na ferramenta de corte e selecione a opção “Descartar pastilhas”.



Mova a ferramenta de corte clicando com o botão direito do mouse na ferramenta de corte e selecione a opção “Mover para centro de usinagem”.



REALIZANDO O FRESAMENTO COM LUBRIFICAÇÃO

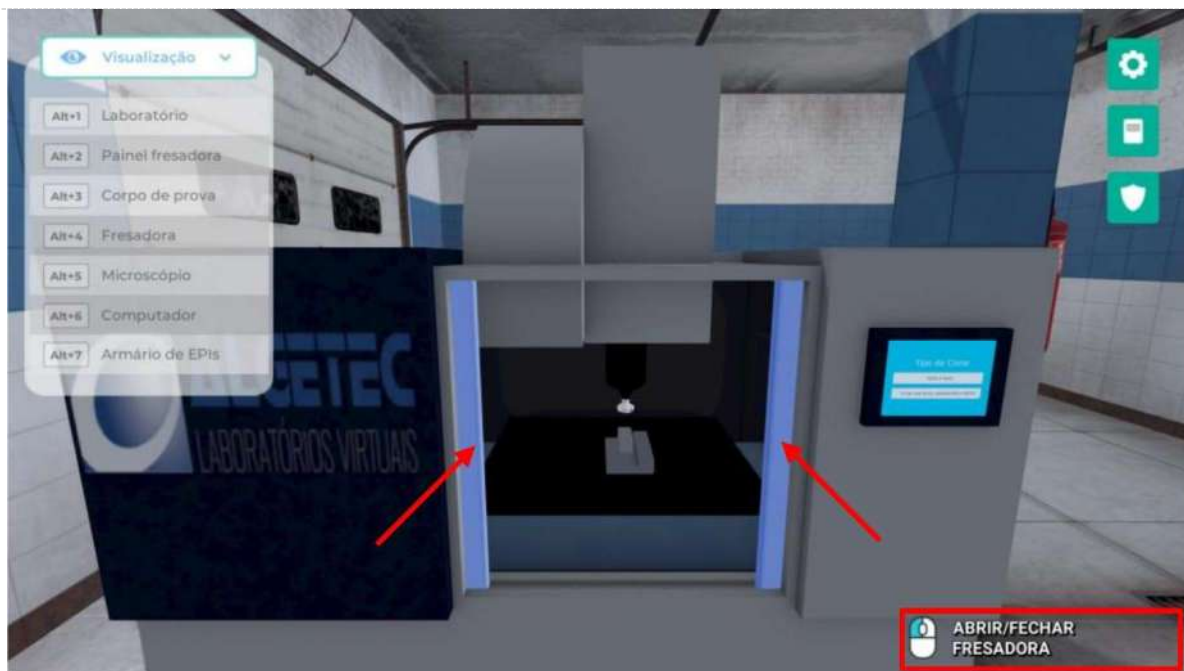
Mova o corpo de prova clicando com o botão direito do mouse no corpo de prova da direita e selecione a opção “Mover para centro de usinagem”.



Visualize o centro de usinagem clicando com o botão esquerdo do mouse na câmera “Fresadora” ou através do atalho do teclado “Alt+4”.



Feche o centro de usinagem clicando com o botão esquerdo do mouse em uma das portas do centro de usinagem.



Visualize o painel da fresadora clicando com o botão esquerdo do mouse na câmera “Painel fresadora” ou através do atalho do teclado “Alt+2”.



Selecione o corte com lubrificação clicando com o botão esquerdo do mouse em “Corte com fluido semissintético BC20”.



Selecione a ferramenta de corte de 25 mm clicando com o botão esquerdo do mouse em “Corte de metal duro (25 mm)”.



Ajuste a velocidade de corte para 270 mm/min, a profundidade de usinagem igual a 1mm, a largura de usinagem igual a 17,5 mm e o avanço igual a 0,12 mm/volta clicando e arrastando com o botão esquerdo do mouse no botão deslizante referente a cada parâmetro.



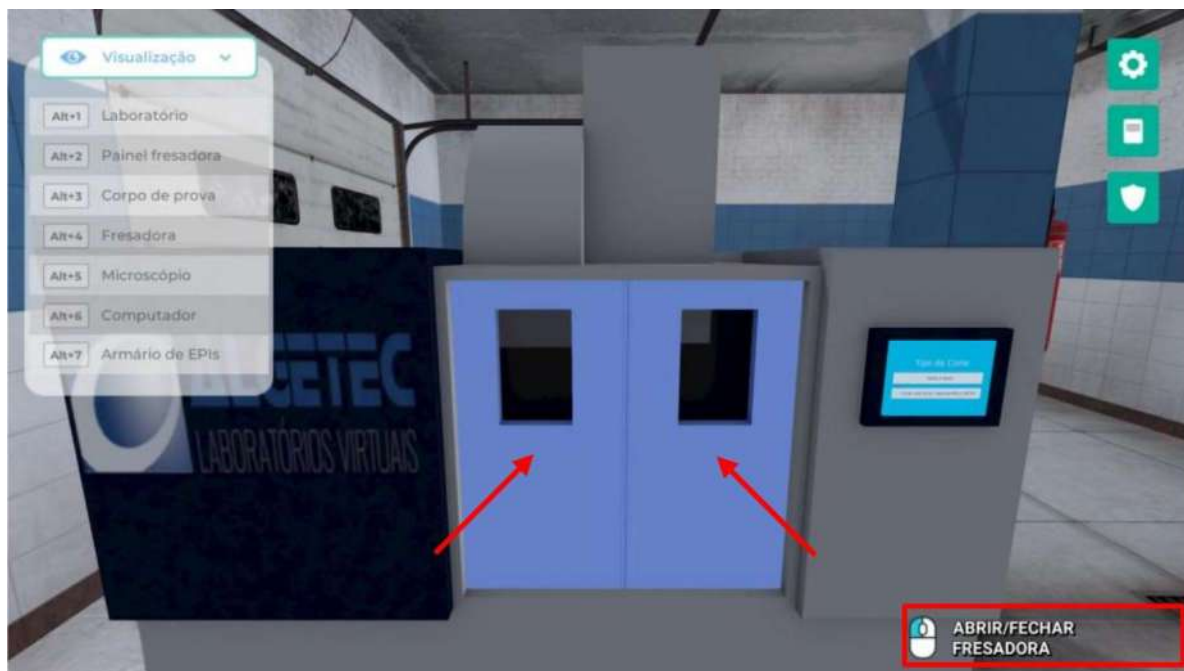
Inicie o corte a seco clicando com o botão esquerdo do mouse em “Start”.



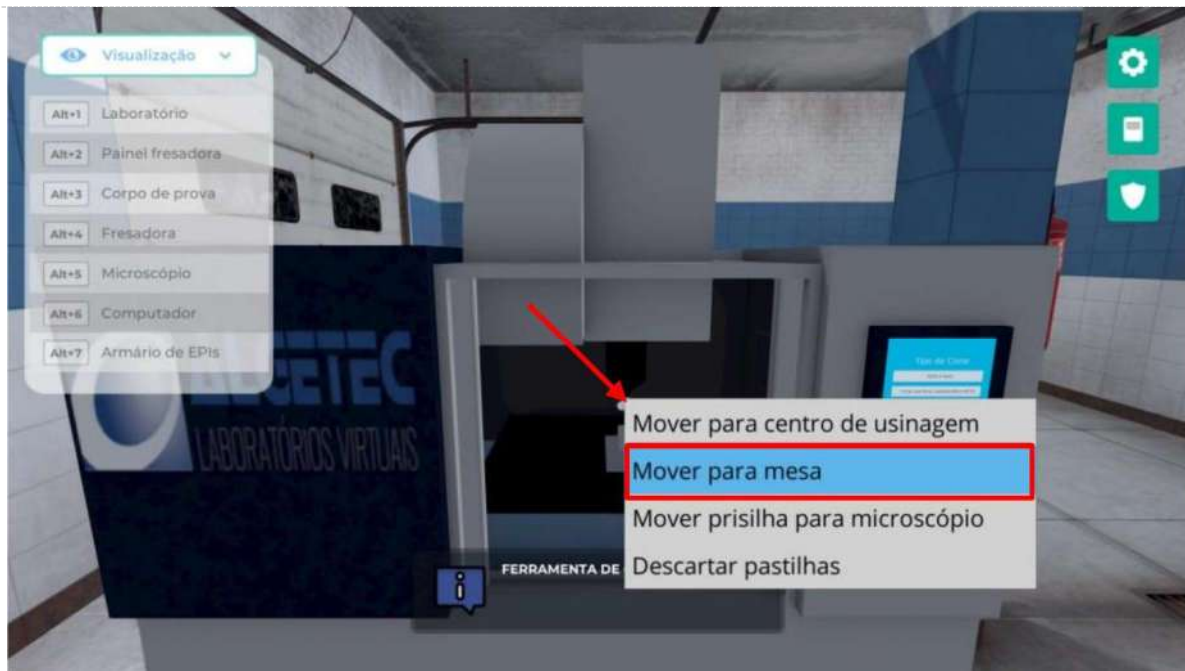
Visualize as portas do centro de usinagem clicando com o botão esquerdo do mouse na câmera “Fresadora” ou através do atalho do teclado “Alt+4”.



Abra a porta do centro de usinagem clicando com o botão esquerdo do mouse em uma das portas do centro de usinagem.



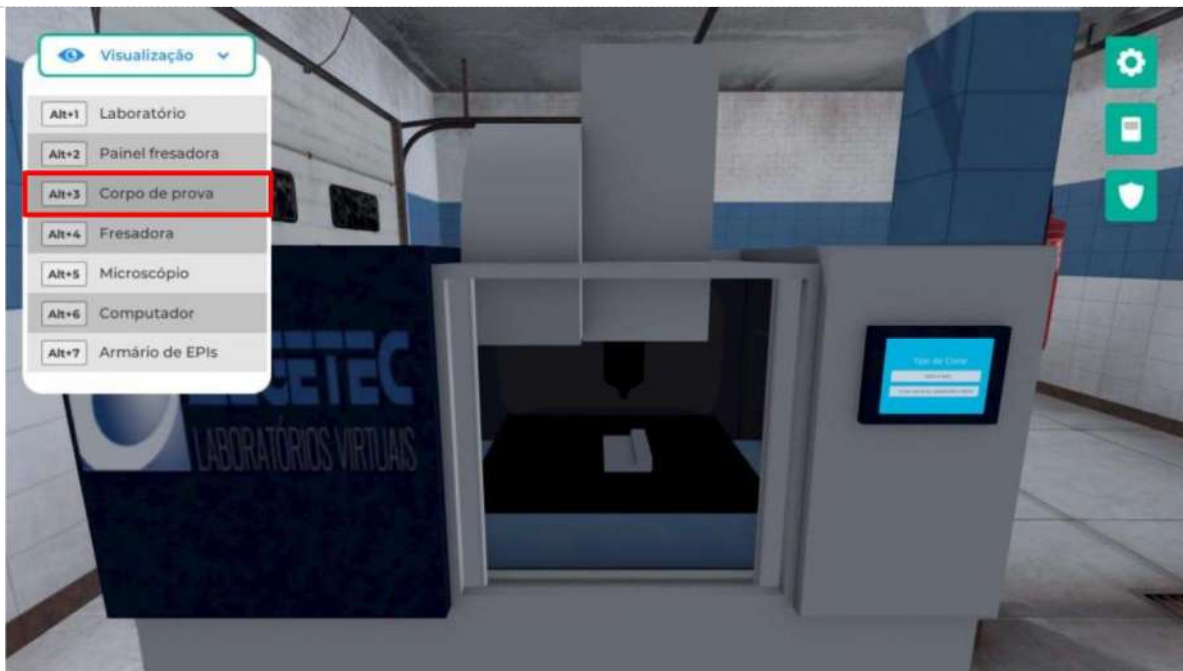
Mova a ferramenta de corte clicando com o botão direito do mouse na ferramenta de corte e selecione a opção "Mover para mesa".



Descarte o corpo de prova utilizado clicando com o botão direito do mouse no corpo de prova e selecione a opção “Descartar corpo de prova”.



Visualize a ferramenta de corte utilizada clicando com botão esquerdo do mouse na câmera “Corpo de prova” ou através do atalho do teclado “Alt+3”.



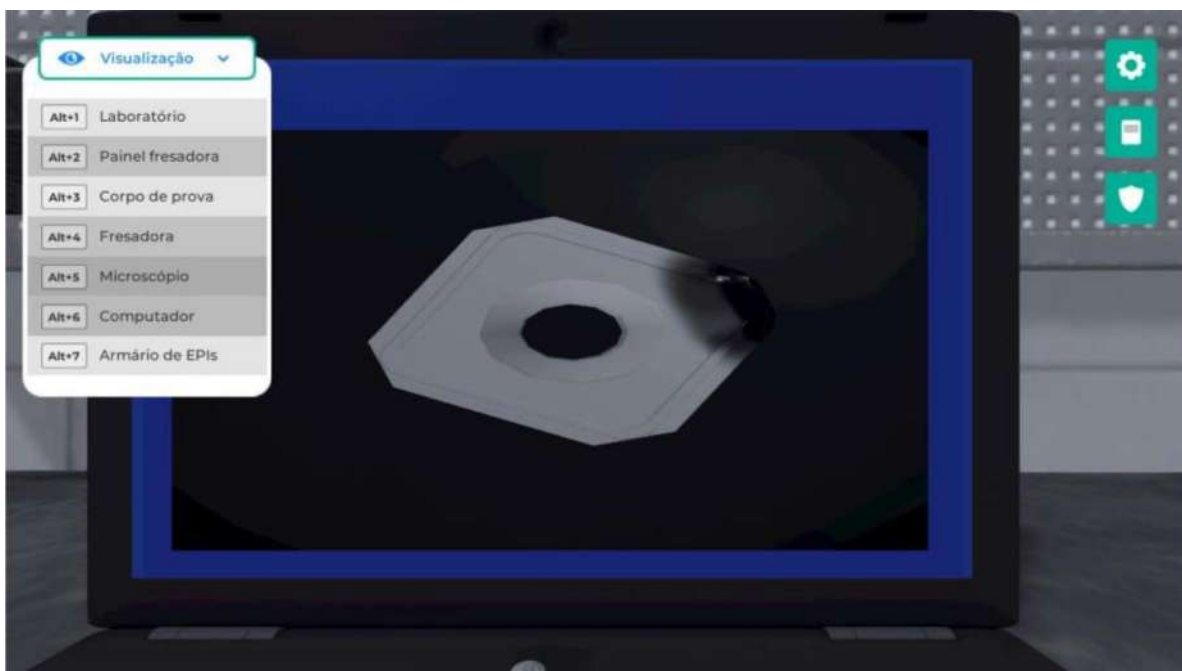
Mova a pastilha clicando com o botão direito do mouse na ferramenta de corte e selecione a opção “Mover presilha para microscópio”.



Visualize o computador clicando com o botão esquerdo do mouse na câmera “Computador” ou através do atalho do teclado “Alt+6”.



Observe, na tela do computador, o desgaste da pastilha utilizada para o corte com lubrificação.



Avaliando os resultados:

- Qual o desgaste do flanco no corte a seco?
- Qual o desgaste do flanco no corte com lubrificação?
- Qual o impacto da lubrificação no desgaste da ferramenta de corte?

Checklist:

- Seleção e uso correto dos EPIs
- Preparação do centro de usinagem
- Execução do fresamento a seco
- Análise do desgaste da ferramenta a seco
- Execução do fresamento com lubrificação
- Análise comparativa do desgaste com fluido
- Registro de imagens e observações
- Entrega do relatório técnico com respostas conceituais

RESULTADOS

Resultados do experimento:

Ao final dessa aula prática, você deverá enviar um arquivo em word contendo as informações obtidas no experimento, em conjunto com um texto conclusivo a respeito das informações obtidas.

Não se esqueça de responder as questões levantadas no “Avaliando o resultado” e também documentar processo da execução da prática.

Aqui estão os elementos essenciais que devem constar em um relatório desse tipo:

- **Resumo:** Um resumo conciso que fornece uma visão geral do experimento, incluindo os principais objetivos, resultados e conclusões. Deve ser uma breve síntese do relatório.
- **Introdução:** Uma introdução ao experimento, explicando o propósito do estudo, as questões que você pretende responder e a relevância da prática em questão.
- **Teoria e Fundamentação:** Explicação da teoria sobre os assuntos abordado na prática
- **Metodologia:** Descrição detalhada do procedimento realizado.
- **Resultados:** Apresentação dos resultados da prática. Os resultados devem ser organizados de forma clara e legível.
- **Conclusões:** Resuma as principais conclusões tiradas do experimento. Responda às questões levantadas na introdução. Destaque os principais resultados e descubra seu significado.
- **Referências:** Liste todas as fontes de informações utilizadas na pesquisa, incluindo livros, artigo ou outras fontes relevantes.

Resultados de Aprendizagem:

O estudante compreende os princípios do processo de fresamento, reconhecendo as diferenças entre o corte a seco e o corte com fluido lubrificante, e avaliando seus efeitos sobre o desgaste da ferramenta, acabamento superficial e eficiência do processo de usinagem.

Além disso, demonstra capacidade de seguir procedimentos técnicos de segurança, operar o centro de usinagem de forma controlada e registrar evidências visuais e análises comparativas por meio de relatório técnico.

ROTEIRO DE AULA PRÁTICA

MANUFATURA MECÂNICA: USINAGEM

UNIDADE: U4_CENTROS DE USINAGEM E CNC

AULA: A3_CONCEITOS BÁSICOS DE CAD/CAM APLICADOS À USINAGEM

OBJETIVOS

Definição dos objetivos da aula prática:

- Conhecer os recursos de um software CAD/CAM simulador de usinagem, apresentando suas características operacionais;
- Simular uma usinagem em CNC usando um software CAD/CAM;
- Simular usinagem de peças de geometria simples prevendo uma integração preliminar e gradativa com a ferramenta e seus aspectos funcionais.
- Seguir um modelo de aula contextualizado, em que a realidade prática do processo de fabricação é discutida, e não apenas o funcionamento das ferramentas dos softwares.

SOLUÇÃO DIGITAL:

CNC SIMULATOR PRO

CNC Simulator Pro: CNC Simulator Pro é um software de simulação de máquina CNC que permite aos usuários praticar programação e operação de máquinas CNC em um ambiente virtual. Ele oferece recursos como modelagem 3D, visualização de código G, simulação de corte e muito mais.

LINK: <https://cnccsimulator.com/en/download.html>

PROCEDIMENTOS PRÁTICOS E APLICAÇÕES

Procedimento/Atividade nº 1

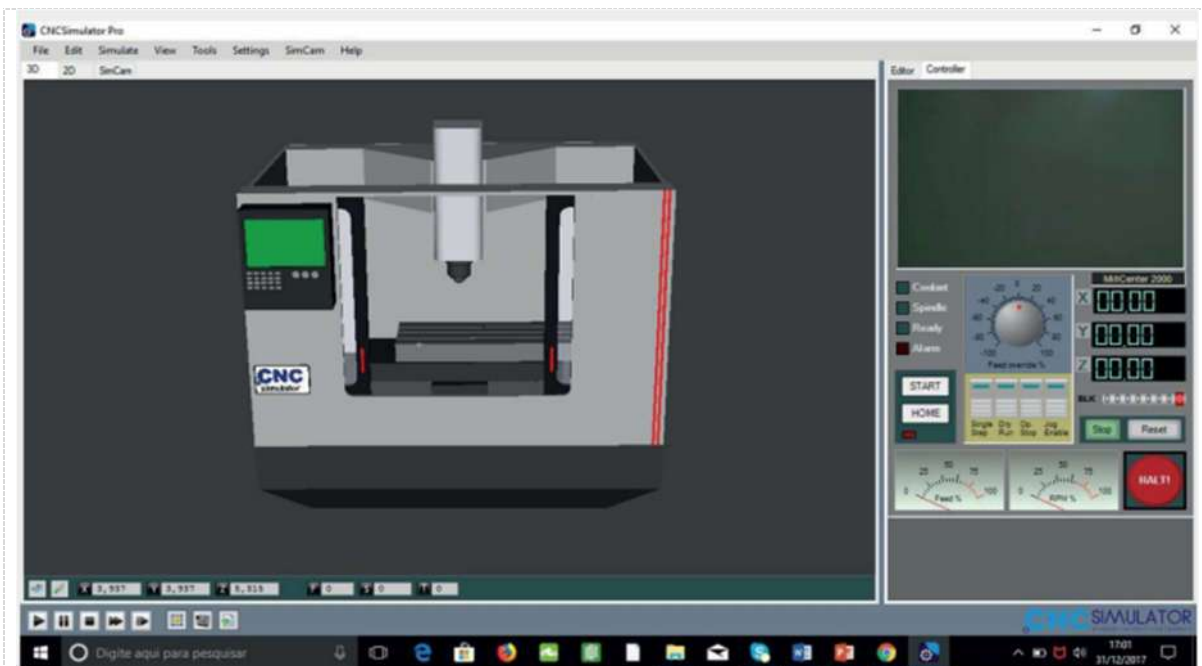
Atividade proposta:

Simulação de usinagem de fresamento em CNC usando o CNC Simulator Pro

Procedimentos para a realização da atividade:

Abra a tela principal do programa CNC Simulator Pro (vide Figura 1 a seguir):

Figura 1: Tela de abertura do software.



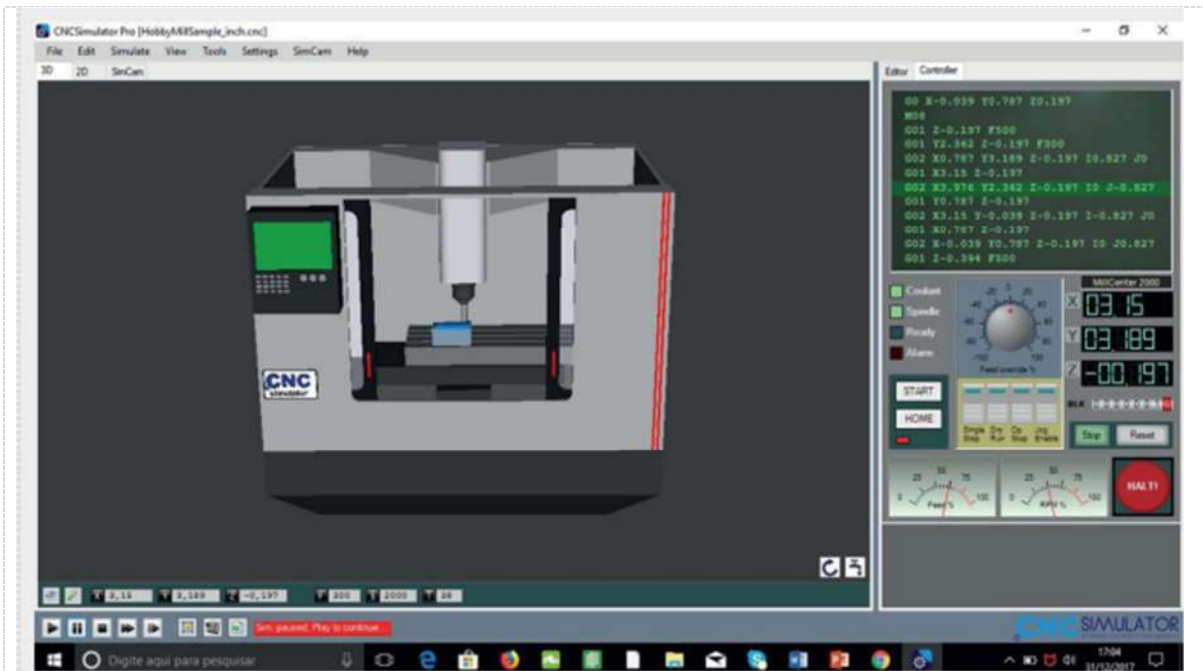
A seguir, selecione a opção > File - Open CNC Program – Demo Program;

Essa opção abrirá várias opções de simulação.

A seguir, selecione que é utilizado para a usinagem por fresamento (HobbyMillSample_inch.cnc).

Na tela aparece a Figura 2 com a direita da tela mostrando as linhas de programação e na parte inferior da tela as opções de start, stop, pause, das coordenadas (X,Y,Z).

Figura 2: Tela demonstrando as linhas de programação da simulação e o painel de controle com as variáveis envolvidas.

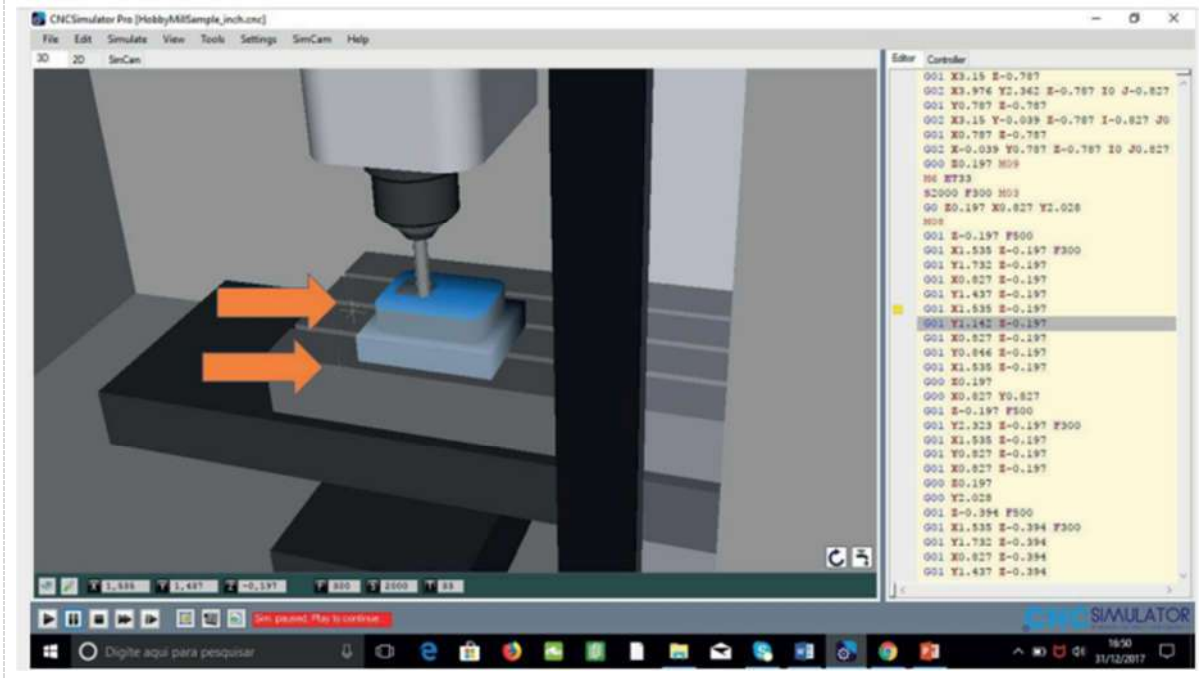


Durante a simulação do fresamento, você deve observar as mudanças (rápidas) das coordenadas (X,Y,Z) e do avanço das linhas de programação;

Reinicie a simulação.

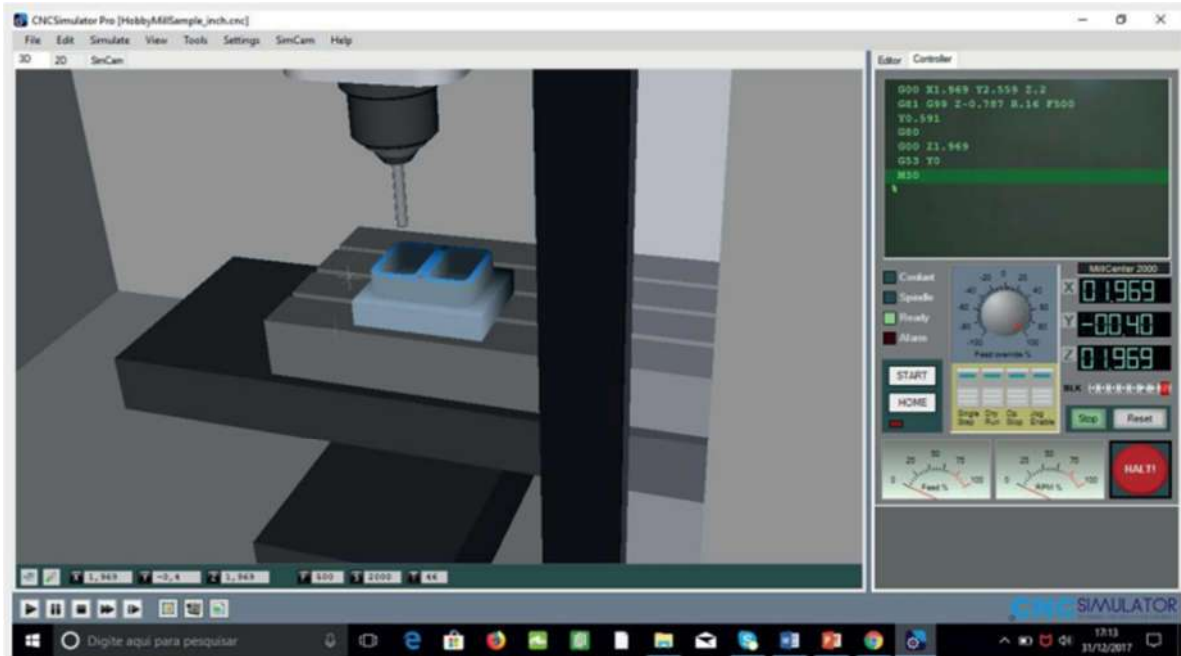
No comando VIEW, coloque na opção de 3D e observe a usinagem em perspectiva, assim como o processo de troca de ferramenta (Figura 3).

Figura 3: Vista em 3D da usinagem.



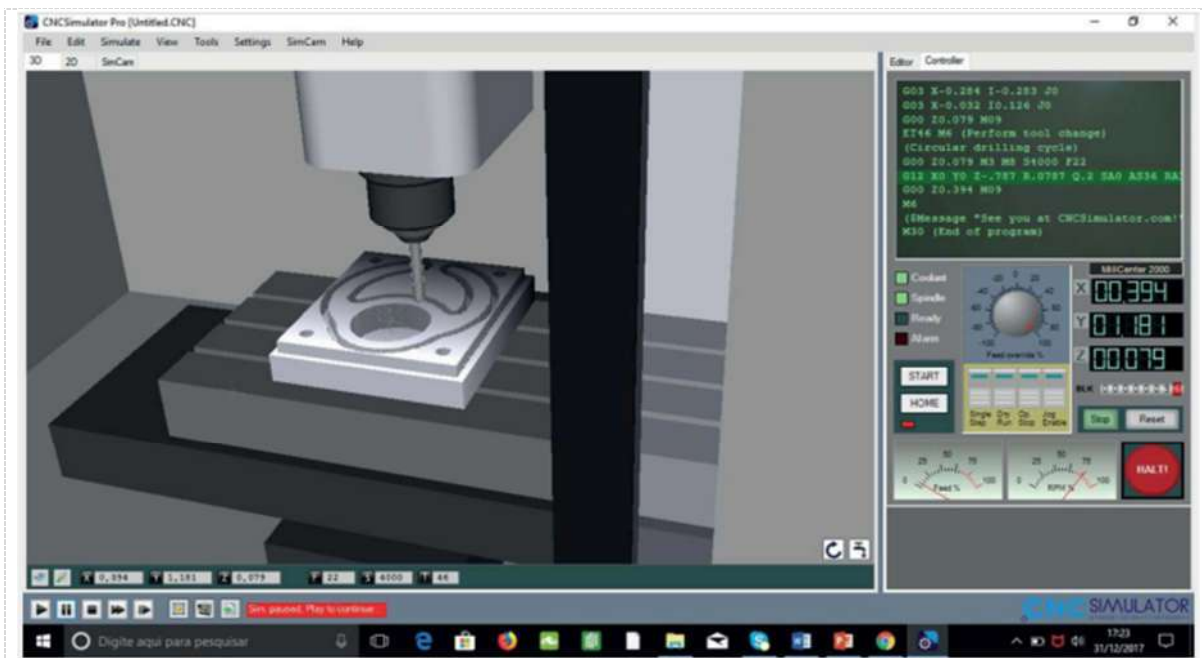
Observe também na Figura 3 a indicação de um sistema de coordenadas pela seta alaranjada. Acompanhe toda a usinagem em 3D e veja os detalhes da peça usinada conforme mostra a Figura 4.

Figura 4: Peça finalizada na simulação.



Explore outras simulações possíveis disponíveis no menu conforme mostra a Figura 5 a seguir.

Figura 5: Simulação de fresamento – peça 2



Fonte: Elaborado pelo próprio Autor (2017)

Avaliando os resultados:

Explique, com suas próprias palavras, qual é a importância da simulação de usinagem em CNC antes da execução real da peça na máquina, considerando aspectos de segurança, otimização do processo e redução de custos.

Responda de forma conceitual, destacando como o uso do software CNC Simulator Pro auxilia o operador ou o programador CNC na compreensão das coordenadas (X, Y, Z), na previsão de falhas de programação e na melhoria do desempenho produtivo.

Além disso, selecione uma linha de algum programa G-code exibido na simulação (exemplo: G01 X2.000 Y1.000 Z-0.250 F10) e explique o que está ocorrendo nessa etapa da usinagem.

Em sua explicação, descreva:

- O tipo de movimento (rápido, linear, circular etc.);
- As coordenadas envolvidas (X, Y, Z);
- O significado dos parâmetros e o que o comando realiza fisicamente na máquina.

Checklist:

- ✓ Abrir o software CNC Simulator Pro.
- ✓ Selecionar a opção File → Open CNC Program → Demo Program.
- ✓ Escolher o arquivo HobbyMillSample_inch.cnc.
- ✓ Visualizar as linhas de programação na interface principal.
- ✓ Observar a variação das coordenadas (X, Y, Z) durante a simulação.
- ✓ Reiniciar a simulação para repetir o ciclo de usinagem.
- ✓ Alterar o modo de visualização para 3D (View → 3D).

- ✓ Identificar o sistema de coordenadas e o ponto zero da peça.
- ✓ Acompanhar o processo de troca de ferramenta.
- ✓ Analisar o resultado final da peça usinada em 3D.
- ✓ Explorar outras simulações disponíveis no menu Demo Program.
- ✓ Selecionar uma linha do programa G-code e explicar o que ocorre nessa etapa.
- ✓ Responder à questão conceitual sobre a importância da simulação CNC.
- ✓ Registrar as observações e reflexões sobre o aprendizado obtido.

RESULTADOS

Resultados do experimento:

Ao final dessa aula prática, você deverá enviar um arquivo em word contendo as informações obtidas no experimento, em conjunto com um texto conclusivo a respeito das informações obtidas.

Não se esqueça de responder as questões levantadas no “Avaliando o resultado” e também documentar processo da execução da prática.

Aqui estão os elementos essenciais que devem constar em um relatório desse tipo:

- Resumo: Um resumo conciso que fornece uma visão geral do experimento, incluindo os principais objetivos, resultados e conclusões. Deve ser uma breve síntese do relatório.
- Introdução: Uma introdução ao experimento, explicando o propósito do estudo, as questões que você pretende responder e a relevância da prática em questão.
- Teoria e Fundamentação: Explicação da teoria sobre os assuntos abordado na prática
- Metodologia: Descrição detalhada do procedimento realizado.
- Resultados: Apresentação dos resultados da prática. Os resultados devem ser organizados de forma clara e legível.
- Conclusões: Resuma as principais conclusões tiradas do experimento. Responda às questões levantadas na introdução. Destaque os principais resultados e descubra seu significado.
- Referências: Liste todas as fontes de informações utilizadas na pesquisa, incluindo livros, artigo ou outras fontes relevantes.

Resultados de Aprendizagem:

Espera-se que o aluno assimile o conceito de usinagem CNC e CAD/CAM, por meio da simulação de usinagem por CNC.