

**Universidade Federal de Santa Catarina**  
**Atividades de Pesquisa**  
**Formulário de Tramitação e Registro**

Situação: **Aprovação/Depto Coordenador**  
 Protocolo nº: **2014.0295**

Título:	Programação e simulação de usinagem CNC para o fresamento de formas complexas
Resumo:	Este projeto estudará a programação e simulação dos processos de fresamento de formas complexas tipicamente encontradas em moldes e matrizes. O projeto conta com a colaboração da empresa CGTech – Vericut e resultará na formação avançada de alunos da UFSC-Joinville, em processos de fabricação, para cursos de engenharia do Campus, a citar: engenharias naval, aeroespacial, automobilística e ferroviária; divulgação cabível das ferramentas computacionais CGTech - Vericut; auxílio no desenvolvimento dos projetos de pesquisa científica-aplicada realizadas pelo grupo de pesquisa GPSAM. Os resultados das pesquisas serão publicados em artigos técnicos e científicos, além de apresentações em congressos e seminários sobre o tema.
Palavras chave: (máximo 5)	Usinagem; comando numérico computadorizado CNC; simulação de usinagem
Grande Área do conhecimento:	Engenharias
Área do conhecimento:	Processos de Fabricação
Nome do Grupo de Pesquisa: (CNPq - Diretório)	GPSAM
Está vinculado a outro projeto de pesquisa?	
Período de realização:	05/01/2014 a
A atividade receberá algum aporte financeiro?:	Não
Propriedade Intelectual (o resultado do projeto é ou poderá ser protegido por):	

■ ■ ■ **Envolvidos neste projeto de pesquisa**

<b>Coordenador</b>	
Nº do SIAPE:	2054231
Nome do Coordenador:	Adriano Fagali de Souza
CPF do Coordenador:	17274022865
Departamento:	CAMPUS DE JOINVILLE
Centro:	CAMPUS DE JOINVILLE
Regime de trabalho:	DE
Fone de contato:	47 96033966
E-mail:	adriano.fagali@ufsc.br
Carga horária semanal nesta atividade:	2 horas

Receberá remuneração nesta atividade de pesquisa?	Não
---	-----

Você gostaria de participar do guia de fontes da UFSC?	Sim
--	-----

Outros prof. ou servidores da UFSC envolvidos?	Não
--	-----

Alunos da UFSC envolvidos?	Sim
----------------------------	-----

Pessoas externas à UFSC envolvidas?	Sim
-------------------------------------	-----

<b>Participantes</b>	
Part. externo: Marcos Cavalini	CGTECH
Aluno: Leandro Podda	ENGENHARIA DA MOBILIDADE [Campus Joinville]
Aluno: Lucas Gomes Camargo	ENGENHARIA DA MOBILIDADE [Campus Joinville]

<b>Outras Considerações</b>
Encaminharei o projeto aprovado pela empresa interveniente para o email do Prof. Rafael Catapan - rafaél.catapan@ufsc.br.

Nº do Processo:	2014.0295
-----------------	-----------

## **Projeto:**

# **Programação e simulação de usinagem CNC para o fresamento de formas complexas**

### **Coordenação**

Prof. Dr. Adriano Fagali de Souza  
GPSAM - Universidade Federal de Santa Catarina

Sr. Marcos Cavalini  
Country Manager CGTech - Vericut

### **Alunos de iniciação científica da UFSC envolvidos:**

Lucas Camargo

Leandro Podda

### **Empresa interveniente**

**CGTech Vericut – CGTech Brasil Consultoria de Software Ltda**  
Rua Serra de Botucatu, 22A. Tatuapé. São Paulo-SP. CEP 03317-000  
CNPJ 11.660.150/0001-48

Joinville, Abril de 2014

## SUMÁRIO

1. Introdução.....	3
2. Objetivos específicos .....	3
3. Metodologia .....	3
4. Equipamentos empregados .....	4
5. Materiais .....	4
6. Viabilidade .....	4
7. Resultados Esperados .....	5
8. Cronograma de atividades .....	6

11

## 1. Introdução

Este projeto estudará a programação e simulação dos processos de fresamento de formas complexas tipicamente encontradas em moldes e matrizes. O projeto conta com a colaboração da empresa CGTech – Vericut e resultará na formação avançada de alunos da UFSC-Joinville, em processos de fabricação, para cursos de engenharia do Campus, a citar: engenharias naval, aeroespacial, automobilística e ferroviária; divulgação cabível das ferramentas computacionais CGTech - Vericut; auxílio no desenvolvimento dos projetos de pesquisa científica-aplicada realizadas pelo grupo de pesquisa GPSAM. Os resultados das pesquisas serão publicados em artigos técnicos e científicos, além de apresentações em congressos e seminários sobre o tema.

## 2. Objetivos específicos

Os objetivos específicos a serem alcançados no projeto são:

- Desenvolver o conhecimento sobre a programação CNC para o fresamento de formas complexas; geração de programas e simulação da usinagem.
- Estudo do fresamento com 4 e 5 eixos de movimentação.
- Simulação de usinagem com robôs, em apoio ao projeto de pesquisa já em desenvolvimento pelo grupo GPSAM, fomentado pela FAPESC.
- Avaliar estratégias de usinagem de formas complexas, relacionando tempo de usinagem, qualidade superficial e custo, aplicados à fabricação de moldes e matrizes.
- Publicação de artigos científicos.
- Apresentação de trabalhos em congressos.
- Realização de *workshop* e palestrar técnicas.

Ainda, outros objetivos de interesse comum poderão ser desenvolvidos no escopo deste projeto

## 3. Metodologia

Para alcançar os objetivos propostos, serão realizadas as seguintes atividades:

a) Estudo sistemático da programação de máquinas CNC empregando os sistemas CAD/CAM já disponíveis no grupo GPSAM (software VERO e WorkNC), para usinagem de formas complexas. Realizar simulações de usinagem com o software Vericut.

b) Estudo sistemático da programação de máquinas CNC empregando o software WorkNC, para fresamento com 4 e 5 eixos. Realizar simulações de usinagem com o software Vericut.

c) Realização de usinagem em máquinas CNC.

d) Avaliação dos corpos de prova: qualidade superficial e análise de tempo e custo de fabricação.

#### **4. Equipamentos empregados**

Serão empregados os seguintes equipamentos:

a) Software CAM WorkNC para determinação das trajetórias da ferramenta e estimativa de tempo de usinagem.

b) Software Vericut para simulações de usinagem e otimizações de fabricação.

c) Ferramenta de corte de ponta esférica.

d) Rugosímetro (*Taylor Hobson / modelo Talysurf Plus*) para verificação do acabamento superficial dos corpos de prova usinados (parâmetro de rugosidade Ra).

e) Centro de usinagem D600 ROMI, com 4 eixos (Lab. GPSAM, UFSC).

f) Centro de usinagem Deckel Maho, com 5 eixos (Lab. FEM Unicamp).

#### **5. Materiais**

O aço P20 é o material selecionados para confecção dos corpos de prova, pois é comumente empregado na fabricação de moldes e matrizes.

#### **6. Viabilidade**

O projeto está previsto para ser desenvolvido em 24 meses. Serão envolvidos 02 (dois) alunos de Iniciação Científica fomentados por agências públicas (1 aluno já possui bolsa CAPES e outra bolsa será solicitada). Equipamentos de usinagem e material de consumo tais como ferramentas de corte e aço, serão fornecidos pelo Lab. GPSAM. A empresa interveniente colaborará com recursos computacionais, apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Suporte financeiro para o desenvolvimento do projeto.

<b>Intervenientes</b>	<b>Modalidade</b>	<b>Valor</b>
a) CAPES (1 aluno já possui bolsa)	Bolsas de estudo	R\$ 7.200,00 (Estimado)
b) Projeto CNPq. Produtividade em pesquisa.	Ferramentas e corpos de prova	R\$ 1.000,00
c) CGTECH*	02 Licença de software Vericut	R\$266.400,00**
<b>TOTAL:</b>		<b>R\$274.600,00</b>

\* A CGTech fornecerá as 2 (duas) licenças a título de PARCERIA, ou seja, de forma **inteiramente gratuita.**

\*\* Valor aproximado de cada licença completa US\$60.000,00. A Licença inclui os módulos Verification, Machine Simulation, Auto Diff, OptiPath, Model Interface, Machine Probing e Multi-Axis.

Este projeto contará também com o apoio financeiro da FAPESC: chamada publica nº 04/2011, através da aprovação do projeto intitulado "Estudo dos Processos de Usinagem de Formas Complexas para a Fabricação de Moldes e Matrizes". Com os recursos deste projeto serão adquiridos os sensores para avaliar vibrações, tais como acelerômetros e martelo de impacto para avaliar frequência natural de vibração do sistema.

## 7. Resultados Esperados

Dentre os resultados esperados neste projeto, pode-se citar:

- a) Desenvolver o conhecimento na área de estudo.
- b) Formação de alunos.
- c) Publicação de artigos científicos em congressos e revistas.
- d) Fortalecer a proposta de integração entre indústria – universidade, almejado pelo governo e necessária para o desenvolvimento do país.
- e) Divulgação do conhecimento através de palestras e *workshops*.

Nas ocasiões de apresentação dos resultados do projeto (publicações e apresentação oral) será mencionada a colaboração da empresa interveniente.

## 8. Cronograma de atividades

A previsão de início deste projeto é maio de 2014 com duração de 24 (vinte e quatro) meses. O projeto contempla 8 (oito) etapas para sua conclusão, conforme cronograma trimestral apresentado a seguir:

Etapa	Trimestre							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Estudo da programação CNC e simulação da usinagem e treinamento com Software VERICUT.	■	■	■	■				
2. Programação de usinagem 4 eixos e simulação de usinagem.		■	■	■	■			
3. Programação de usinagem 5 eixos e simulação de usinagem.			■	■	■	■		
4. Realização de experimentos de fresamento. Otimização de trajetórias.		■	■	■	■	■		
5. Análise dos experimentos (qualidade, tempo e custo).			■	■	■	■	■	
6. Relatório e elaboração de artigos.			■	■	■	■	■	■
7. Realização de 02 workshops				■	■	■	■	■
8. Publicação de 02 artigos científicos					■	■	■	■

Ressalta-se que os softwares fornecidos pela CGTECH não serão empregados para fins comerciais.

Adriano Fagali de Souza  
Coordenador do projeto

Luis Fernando Peres Calil  
Diretor do CEM/UFSC



Sr. Marcos Cavalini  
Country Manager CGTech - Vericut

Joinville, 08 de Abril de 2014