



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica**  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO REITOR JOÃO DAVID FERREIRA LIMA - TRINDADE  
CEP: 88040-900 - FLORIANÓPOLIS - SC  
TELEFONE (48) 3721 9277 - Email: [ppgemc@contato.ufsc.br](mailto:ppgemc@contato.ufsc.br)

## **EDITAL N.º 06/PPGEM/2019**

### **SELEÇÃO DE CANDIDATO(A)S ÀS BOLSAS PARA PROFESSOR VISITANTE NO EXTERIOR DE 2019 DO SUBPROJETO PRINT-CAPES/UFSC COORDENADO PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA**

**Título do Tema: Transformação Digital: Indústria e Serviços 4.0**

**Título do SubProjeto: Robótica: competência e pesquisa em paralelismo e reconfiguração**

A Coordenação do Programa de Pós-graduação em **Engenharia Mecânica** da Universidade Federal de Santa Catarina, no uso de suas atribuições como programa líder de subprojeto do PRINT-CAPES/UFSC, torna público que estão abertas as inscrições para seleção de bolsistas para professor visitante no exterior, com início do período de estudos no exterior entre 01 de outubro de 2019 a 31 de março de 2020.

#### **1. DA FINALIDADE**

1.1. O Programa Capes/Print-UFSC de Professor Visitante no Exterior visa oferecer bolsas no exterior para a realização de estudos avançados após o doutorado e destina-se a professores que possuam vínculo empregatício com a UFSC e que sejam credenciados como docentes permanentes nos seguintes Programas de Pós-Graduação vinculados ao Subprojeto "**Robótica: competência e pesquisa em paralelismo e reconfiguração**":

- a) Programa de Pós-Graduação em **Engenharia Mecânica**;
- b) Programa de Pós-Graduação em **Engenharia de Automação e Sistemas**;
- c) Programa de Pós-Graduação em **Matemática Pura e Aplicada**.

1.2. O Programa Capes/Print-UFSC de Professor Visitante no Exterior se divide em duas categorias de bolsa:

1.2.1. Professor Visitante no Exterior Júnior: professor com vínculo empregatício com a UFSC e que obteve o título de doutor há, no máximo, dez anos, tendo por referência o último dia para a inscrição no processo seletivo;

1.2.2. Professor Visitante no Exterior Sênior: professor com vínculo empregatício com a UFSC e que obteve o título de doutor há mais de dez anos, tendo por referência o último dia para a inscrição no processo seletivo;

1.3. A categoria Professor Visitante no Exterior tem como público-alvo os professores que possuam inserção nos meios acadêmicos ou de pesquisa nacionais e

internacionais, com reconhecida produtividade científica e tecnológica na sua área do conhecimento.

1.4. A categoria Júnior objetiva proporcionar oportunidade de aprofundamento de estudos e pesquisas para professores em fase de consolidação acadêmica, com vínculo institucional.

1.5. A categoria Sênior objetiva atender ao público acadêmico de professores que possuam comprovada liderança nos meios acadêmicos ou de pesquisa nacionais e internacionais, com reconhecida produtividade científica e tecnológica na sua área do conhecimento, com vínculo institucional.

1.6. O Programa tem como objetivos específicos:

1.6.1. Incentivar a criação de parcerias e o início ou consolidação de uma rede de pesquisa existente;

1.6.2. Contribuir para a manutenção e/ou estabelecimento do intercâmbio científico por meio da contínua formação dos professores na área do Projeto Institucional de Internacionalização da UFSC;

1.6.3. Desenvolver a internacionalização da UFSC com o retorno dos professores;

1.6.4. Ampliar o nível de colaboração e de publicações conjuntas entre professores que atuam na UFSC e seus colaboradores no exterior, por meio do fomento a execução de projetos conjuntos;

1.6.5. Ampliar o acesso de professores da UFSC a centros internacionais de excelência;

1.6.6. Proporcionar maior visibilidade internacional à produção científica e tecnológica da UFSC.

## **2. DAS CONDIÇÕES GERAIS**

2.1. A concessão de bolsas de Professor Visitante no Exterior de 2019 seguirá o calendário deste Edital;

2.2. As categorias de Professor Visitante no Exterior Júnior e de Professor Visitante no Exterior Sênior são independentes entre si, não sendo permitido o remanejamento e o intercâmbio de uma para outra em vista do tempo de doutoramento exigido para cada modalidade;

2.3. Não serão pagas pela Capes taxas acadêmicas e administrativas para essa modalidade tendo em vista a expectativa de parceria e colaboração entre os professores/pesquisadores da UFSC e das Instituições de Ensino e Pesquisa no exterior;

2.4. Os benefícios serão outorgados exclusivamente ao(à) bolsista e independem de sua condição familiar e salarial, não sendo permitido o acúmulo de benefícios para a

mesma finalidade e o mesmo nível, devendo o(a) candidato(a) declarar a recepção de outras bolsas concedidas por órgãos ou entidades da Administração Pública federal, estadual ou municipal e requerer sua suspensão ou cancelamento, de modo que não haja acúmulo de bolsas durante o período de estudos no exterior.

### **3. DA DURAÇÃO DAS BOLSAS**

3.1. A duração da bolsa é de 6 (seis) meses, improrrogáveis, conforme o Projeto PRINT-CAPE/UFSC;

3.2. A duração da bolsa tem que estar em consonância com o período de afastamento a ser solicitado e aprovado por todas as instâncias na UFSC;

3.3. Serão indeferidas, a qualquer tempo, as candidaturas que apresentem divergências de datas apresentadas nos seguintes itens:

3.3.1. Divergências de datas para início e fim dos estudos nos documentos a serem apresentados;

3.3.2. No cronograma de atividades;

3.3.3. Nas manifestações das instituições envolvidas ou quaisquer outros documentos.

### **4. DAS INSTITUIÇÕES RECEPTORAS**

4.1. O Subprojeto “**Robótica: competência e pesquisa em paralelismo e reconfiguração**” oferece vagas de bolsas de professor visitante no exterior, disponibilizadas pelo PRINT-CAPE/UFSC, que deverão ser realizados **preferencialmente** em uma das instituições receptoras estrangeiras (Anexo 1).

**4.2.** Considerando que a Capes não se responsabiliza por despesas relacionadas ao pagamento de taxas acadêmicas e de pesquisa, a instituição receptora deverá isentar o professor visitante da cobrança de referidas taxas.

4.3. A aprovação do(a) candidato(a) no presente processo seletivo não garante a concessão de bolsa de estudos fornecida pela CAPES, da qual dependerá a liberação dos respectivos recursos disponíveis.

### **5. DO CRONOGRAMA**

5.1 O edital seguirá de acordo com os prazos estabelecidos abaixo:

<b>Etapa</b>	<b>Prazo</b>	<b>Responsável</b>
Inscrições dos candidatos	06/05 a 24/05/2019	Candidato
Divulgação da comissão de seleção	27/05/2019	PROPG
Homologação das inscrições	30/05/2019	Comissão de seleção

Pedidos de reconsideração do indeferimento da inscrição	03 e 04/06/2019	Candidato
Resultado final da homologação das inscrições, caso houver pedidos de reconsideração	10/06/2019	Comissão de seleção
Divulgação dos candidatos classificados	08/07/2019	Comissão de seleção
Pedidos de reconsideração à Comissão de Seleção	10 e 11/07/2019	Candidato
Divulgação do resultado após análise dos pedidos de reconsideração	18/07/2019	Comissão de seleção
Pedidos de recurso ao Grupo Gestor PRINT-CAPES/UFSC	22 e 23/07/2019	Candidato
Divulgação do resultado após análise dos pedidos de recurso	30/07/2019	Comissão de seleção
Envio à PROPG da documentação dos candidatos aprovados	31/07 a 09/08/2019	Comissão de seleção

## 6. DOS REQUISITOS PARA A INSCRIÇÃO

6.1 O(A) candidato(a) deverá, obrigatoriamente, preencher os seguintes requisitos no ato da inscrição:

6.1.1 Ser brasileiro (a) ou estrangeiro (a) com visto permanente no Brasil;

6.1.2 Residir no Brasil;

6.1.3 Ter diploma de doutorado reconhecido na forma da legislação brasileira e apresentá-lo como documento comprobatório no ato da inscrição;

6.1.4 Ter obtido o título de doutorado há até 10 (dez) anos para o(a) candidato(a) categoria Júnior e há mais de 10 (dez) anos para o(a) candidato(a) categoria Sênior, tendo por referência o último dia para a inscrição no processo seletivo;

6.1.5 Ter vínculo empregatício com a UFSC (não se caracteriza como vínculo empregatício o trabalho voluntário ou de colaboração temporária);

6.1.6 Ser professor permanente credenciado em Programa de Pós-Graduação vinculado ao subprojeto PRINT-CAPES/UFSC;

6.1.7 Possuir o registro ORCID que fornece um identificador único voltado para a área acadêmica e de pesquisa;

6.1.8 Manter o currículo Lattes atualizado, tendo em vista que o mesmo poderá ser utilizado para análise das informações sobre produção científica e trajetória do candidato, além de outras informações.

## **7. DAS INSCRIÇÕES**

7.1 As inscrições deverão ser realizadas no período de 06 a 24 de maio de 2019, via e-mail, encaminhado para [printrobotica@gmail.com](mailto:printrobotica@gmail.com) e pessoalmente, na secretaria de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, mediante a entrega da mesma ficha impressa, assinada e apostilada juntamente com os documentos requeridos no item 7.5 deste edital.

7.2 A inscrição pressupõe o conhecimento e a aceitação pelo(a) candidato(a) do Regulamento para Bolsas Internacionais no exterior da Capes (Portaria Capes nº 289, de 28 de dezembro de 2018 ou atos normativos subsequentes que disciplinem a matéria) e as condições deste Edital, das quais não poderá alegar desconhecimento.

7.3 Cada professor poderá se inscrever somente em um único edital de seleção de bolsas para professor visitante no exterior de 2019 do PRINT-CAPES/UFSC. Caso o professor se inscreva em dois ou mais editais, as candidaturas serão automaticamente canceladas.

7.4 O período para início dos estudos no exterior, indicado no formulário de inscrição, poderá ser alterado uma única vez.

7.5. Os documentos necessários à inscrição no processo seletivo são os seguintes:

7.5.1. Formulário de Inscrição, completamente preenchido, disponível em <https://forms.gle/uJhHiJzVxP6b1tBb9>;

7.5.2. Arquivo único em formato *Portable Document Format* (.pdf) intitulado “carteira de identidade”, contendo a carteira de identidade (RG) ou de outro documento que comprove a nacionalidade brasileira. Em casos de estrangeiros, cópia do visto permanente de residência no país.

7.5.3. Arquivo único em formato *Portable Document Format* (.pdf) intitulado “diploma”, contendo o diploma de doutorado reconhecido na forma da legislação brasileira.

7.5.4. Arquivo único em formato *Portable Document Format* (.pdf) intitulado “Currículo Lattes”, contendo o currículo atualizado e extraído da Plataforma Lattes com produção intelectual a partir do ano de 2009.

7.5.5. Arquivo único em formato *Portable Document Format* (.pdf) intitulado “publicações”, contendo a cópia de até 5 (cinco) publicações consideradas mais relevantes e realizadas pelo(a) candidato(a) nos últimos 5 (cinco) anos.

7.5.6. Arquivo único em formato *Portable Document Format* (.pdf) intitulado “vínculo empregatício”, contendo comprovante de vínculo empregatício com a UFSC.

7.5.7. Arquivo único em formato *Portable Document Format* (.pdf) intitulado “Carta de aceite”, contendo a carta do(a) colaborador(a) da instituição no exterior, com manifestação de interesse no projeto de pesquisa, devidamente datada e assinada e em papel timbrado da respectiva instituição. A carta deve atestar que o candidato possui proficiência na língua suficiente para as atividades propostas. Alternativamente, o candidato pode apresentar algum dos certificados de proficiência exigido pela IES de destino.

7.5.8. Arquivo único em formato *Portable Document Format* (.pdf) intitulado “Currículo do Colaborador”, contendo o currículo resumido do(a) colaborador(a) da instituição no exterior.

7.5.9. Arquivo único em formato *Portable Document Format* (.pdf) intitulado “Projeto de Pesquisa”, contendo o projeto de pesquisa, em português, com no máximo 15 (quinze) páginas, com cronograma das atividades, incluindo a infraestrutura experimental ou laboratorial específica. Devem-se seguir as normas da ABNT e conter, obrigatoriamente, os seguintes itens:

I - Título;

II - Introdução e justificativa, apresentando a atualidade, relevância e aderência ao subprojeto (vide Anexo II);

III - Objetivos, com definição e delimitação clara do objeto de estudo;

IV - Metodologia a ser empregada;

V - Cronograma das atividades;

VI – Relevância para o desenvolvimento científico e tecnológico da área no Brasil no médio e longo prazos;

VII – Justificativa para a escolha da IES de destino e colaborador no exterior;

VIII – Definição de como os resultados da pesquisa irão contribuir para a disseminação do conhecimento adquirido na instituição de origem;

IX – Referências bibliográficas;

X - Potencial para o aumento da rede de pesquisa e educação, com novas técnicas e parcerias, além de ampla divulgação dos resultados;

XI - Relevância para o desenvolvimento econômico e de bem-estar social do Brasil no médio e longo prazos;

XII - Se o plano de estudos prevê/atende às normativas éticas nacionais e internacionais, quando relevante;

7.6. O tamanho máximo dos arquivos a serem anexados não poderá ultrapassar 5 MB.

7.7. O(A) candidato(a), ao apresentar a documentação requerida, se responsabiliza pela veracidade de todas as informações prestadas e pela autenticidade dos documentos entregues.

## **8. DA COMISSÃO DE SELEÇÃO**

8.1 A comissão de seleção, responsável pela seleção dos candidatos a bolsa e designada pela Pró-Reitoria de Pós-Graduação, será constituída pelo Coordenador do Subprojeto, pelos Coordenadores dos Programas de Pós-Graduação partícipes do subprojeto e por um representante discente do programa líder.

8.2. Os Coordenadores de Programas de Pós-Graduação podem ser substituídos por um docente permanente por eles indicados.

8.3. Caso o Coordenador de Subprojeto seja também Coordenador de Programa de Pós-Graduação, o respectivo Programa de Pós-Graduação deverá ser representado por seu subcoordenador.

8.4. A portaria de nomeação da comissão de seleção será divulgada na homepage dos programas de pós-graduação vinculados ao subprojeto.

## **9. DOS CRITÉRIOS DE SELEÇÃO**

9.1 . Os seguintes critérios serão adotados na seleção dos candidatos a bolsa:

I - Aderência ao subprojeto PRINT-CAPES/UFSC;

II - Mérito, originalidade e relevância do plano de trabalho proposto para o desenvolvimento científico, tecnológico e de inovação;

III - Produção intelectual nos últimos 5 (cinco) anos

## **10. DOS RESULTADOS E RECURSOS**

10.1 A lista dos candidatos com inscrições homologadas, com a pontuação obtida e respectiva classificação, será publicada na homepage do **Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica** e dos **Programas de Pós-Graduação em Engenharia de Automação e Sistemas e em Matemática Pura e Aplicada**.

10.2 Os pedidos de reconsideração à Comissão de Seleção, com as justificativas que os motivam e devidamente fundamentados, deverão ser encaminhados, via e-mail, para [printrobotica@gmail.com](mailto:printrobotica@gmail.com).

10.3 Os pedidos de recurso ao Grupo Gestor PRINT-CAPES/UFSC, com as justificativas que os motivam e devidamente fundamentados, deverão ser encaminhados, via e-mail, para [print.propg@contato.ufsc.br](mailto:print.propg@contato.ufsc.br).

10.4 Os resultados após análise dos pedidos de reconsideração à Comissão de Seleção e de recurso ao Grupo Gestor PRINT-CAPES/UFSC serão publicados na homepage do **Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica** e dos **Programas de Pós-Graduação em Engenharia de Automação e Sistemas e em**

**Matemática Pura e Aplicada e da PROPG**  
**([www.propg.ufsc.br/internacionalizacao/print/](http://www.propg.ufsc.br/internacionalizacao/print/)).**

10.5 Serão selecionado(a)s aquele(a)s candidato(a)s que, pela ordem decrescente de classificação, preencherem o número de bolsas disponibilizadas ao subprojeto.

10.6 Caso ocorram desistências de candidato(a)s selecionado(a)s, poderão ser chamados a ocupar as bolsas remanescentes outro(a)s candidato(a)s aprovado(a)s, sendo respeitada a ordem de classificação.

10.7 Em nenhuma hipótese serão fornecidas informações sobre o resultado por telefone ou por e-mail.

## **11. DAS DISPOSIÇÕES FINAIS**

11.1. Será desclassificado(a) e automaticamente excluído(a) do processo seletivo, o(a) candidato(a) que:

I - Realizar inscrição em dois ou mais editais de seleção de bolsas de professor visitante no exterior em 2019 no âmbito do PrInT-CAPES/UFSC;

II - Não apresentar a documentação requerida nos prazos e condições estipuladas neste Edital;

III - Prestar declarações ou apresentar documentos falsos no processo seletivo.

11.2. O resultado deste Edital tem validade até o lançamento do próximo Edital de Seleção de bolsas de professor visitante no exterior PrInT-CAPES/UFSC.

11.3. Os casos omissos serão resolvidos pela Comissão de Seleção ou pelo Grupo Gestor PrInT-CAPES/UFSC, conforme as suas competências.

Florianópolis (SC), 01 de abril de 2019.

Prof. Dr. Eng. Jonny Carlos da Silva  
Coordenador do Programa de  
Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

Prof. Dr. Eng. Daniel Martins  
Coordenador do Subprojeto do  
Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia Mecânica

**ANEXO I – Instituições Receptoras**

<b>INSTITUIÇÕES RECEPTORAS</b>	<b>PAÍS</b>
King's College London	Reino Unido
University College London	Reino Unido
University of Salford	Reino Unido
Linköping University	Suécia
Beihang University	China
Tianjin University	China
Tsinghua University	China

## **ANEXO II – Subprojeto PRINT-CAPES/UFSC**

Título do Tema: Transformação Digital: Indústria e Serviços 4.0

Título do Projeto: Robótica: competência e pesquisa em paralelismo e reconfiguração

Palavras-chave: Mecanismos; Reconfigurabilidade; Indústria 4.0; Robótica

Área de Conhecimento: ENGENHARIAS III (TEORIA DOS MECANISMOS)

Programas participantes:

1. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica – Coordenação
2. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Automação e Sistemas
3. Programa de Pós-Graduação em Matemática Pura e Aplicada

Descrição do Projeto

Nas últimas duas décadas, a robótica reconfigurável evoluiu de máquinas rudimentares para elaboradas e protótipos, demandada por novos modelos de fabricação e pela Indústria 4.0. A demanda crescente por produção de pequenas quantidades, trocas rápidas de produtos por lotes (ex. embalagens) e mudanças tecnológicas e sociais tem tornado a produção em série dispendiosa, devido à instalação fixa e à falta de flexibilidade. A célula de fabricação flexível por sua generalidade não atende plenamente aos critérios de custo, capacidade de carga e tempo de programação necessário. A indústria 4.0 e a transformação digital desafiam, particularmente, os fundamentos de projeto e desenvolvimento de mecanismos e robôs. As chamadas fábricas inteligentes buscadas na Indústria 4.0 exigem máquinas e equipamentos que acompanhem os níveis de integração almejados e a flexibilidade e adaptabilidade da produção. Nas ciências dos mecanismos e robótica, deve-se buscar soluções que integrem o conceito de adaptabilidade e reconfigurabilidade no desenvolvimento de mecanismos e de robôs. Essas propriedades são desafios que os roboticistas enfrentam neste século para atender a Indústria 4.0. Recentemente, surgiram novos conceitos como robôs reconfiguráveis, robôs modulares, robôs metamórficos, mecanismos de topologia variável e assim por diante. Estes novos conceitos têm a propriedade de gerar diferentes configurações topológicas para reconfiguração e para vários requisitos de tarefa. Para desenvolver robôs e mecanismos paralelos reconfiguráveis inovadores, é necessário seguir uma metodologia de projeto de mecanismo bem estruturado e compartilhar experiências com outros pesquisadores. Este projeto tratará os Mecanismos e Mecanismos Paralelos Reconfiguráveis para preencher a lacuna na literatura: propor uma estrutura de projeto (o mais geral possível) para gerar robôs e mecanismos paralelos reconfiguráveis novos e inovadores. O projeto inclui, também, pesquisa na área de acionamentos hidráulicos, incluindo recentes pesquisas no campo de hidráulica digital e sistemas eletrohidrostáticos. Participam do projeto pesquisadores da UFSC e de outros centros de pesquisa no mundo que tem, entre suas linhas de pesquisa, os mecanismos e robôs reconfiguráveis. Entende-se que a agregação do conhecimento

por meio dos intercâmbios de pesquisadores destes vários centros de pesquisa, permitirá avançar na pesquisa de robôs reconfiguráveis e contribuir com os propósitos da indústria 4.0.

#### Contexto do Projeto

A indústria atualmente está focada em otimizar seus processos, seja por motivos sociais, econômicos ou de adequação, deste modo, os processos precisam se tornar mais baratos, eficientes e seguros. Uma estratégia que vem sendo adotada nos principais ramos é a aplicação das teorias desenvolvidas na área de Indústria 4.0, que alimentam linhas de produções com informações de diversas naturezas, e as máquinas que compõem a linha devem ser capazes de interpretar as informações e se adaptarem para produzirem de maneira eficaz e segura. Linhas de produção que possuem essa capacidade de adaptação podem produzir lotes menores sem acarretar em prejuízos por troca de ferramentas e leiaute, sendo assim mais flexíveis. As tecnologias atuais que compõem a indústria 4.0 evoluíram, principalmente tecnologias relacionadas com TI, porém as máquinas precisam ser mais flexíveis no que diz respeito a processos, visto que algumas máquinas se limitam a um tipo de tarefa específica, dificultando a adaptação de processos de fabricação. Uma maneira de atingir a flexibilidade necessária em processos de fabricação é utilizando mecanismos e robôs reconfiguráveis nas diversas operações de uma linha de montagem. Um exemplo é a mão robótica antropomórfica com palma reconfigurável desenvolvida na King's College London e apresentada por Wei et al. (2013). Esta palma já foi utilizada em diversos sistemas diferentes, como por exemplo sistemas para desossa de carne bovina. Em tal aplicação a destreza e flexibilidade são vitais para um bom desempenho da tarefa, e automatizando esta tarefa diminui-se os problemas de saúdes relacionados com trabalhos repetitivos desenvolvidos por trabalhadores. Uma metodologia de desenvolvimento de mecanismos e robôs paralelos reconfiguráveis que engloba desde a enumeração de mecanismos especiais até a síntese dimensional e prototipagem auxiliará projetistas a criarem novas soluções para a indústria 4.0, melhorando eficiência e qualidade nos sistemas, diminuindo custos e aumentando a segurança para os trabalhadores. Um argumento recorrente em debates sobre Indústria 4.0 é o da segurança, visto que as máquinas tomam suas próprias decisões e trabalhadores que possuem posto de trabalho próximo à elas poderiam sofrer algum choque. Para solucionar esse problema máquinas com atuadores com rigidez variável (ARV) podem ser instaladas nas linhas de produção. ARVs foram inicialmente desenvolvidos para aplicações em que robôs interagem com seres humanos, desta forma caso robô se choque com algum corpo estranho sua rigidez é diminuída, não danificando o corpo (ROSA, 2018). O Laboratório de Robótica da UFSC possui pesquisas na área de ARVs, portanto mais trabalhos podem ser desenvolvidos para melhorar a segurança em linhas de produção da Indústria 4.0.

#### Problema

Este projeto visa criar uma nova metodologia para geração de novos e inovadores mecanismos e mecanismos reconfiguráveis voltados aos requisitos e especificações da Indústria 4.0. O campo de sistemas robotizados reconfiguráveis aborda o projeto,

fabricação, planejamento de movimento e controle de máquinas cinemáticas autônomas com morfologia variável. Além da atuação, detecção e controle convencionais tipicamente encontrados em robôs de morfologia fixa, robôs e máquinas reconfiguráveis também podem mudar deliberadamente sua própria forma, reorganizando a conectividade de suas partes para se adaptar a novas circunstâncias, realizar novas tarefas ou se recuperar de danos. Durante as últimas duas décadas, conceitos de robótica reconfiguráveis evoluíram de máquinas rudimentares para elaboradas e protótipos. Um grande exemplo de aplicação é na fabricação e na Indústria 4.0. Devido à crescente demanda de produção de pequenas quantidades, trocas rápidas e rápidas de produtos por lotes (por exemplo, embalagens) ou mudanças tecnológicas e sociais, a produção em série é dispendiosa devido à instalação fixa e falta de flexibilidade. Além disso, a chamada célula de fabricação flexível por sua generalidade não atende plenamente aos critérios de custo, capacidade de carga e tempo de programação necessário. A solução intermediária é a proposta da reconfigurabilidade a ser realizada por robôs ou máquinas. Embora existam soluções, elas são pontuais e dedicadas. Tais metodologias são genéricas e ajudam o projetista a desenvolver especificamente uma solução baseada em requisitos de design reconfiguráveis. Neste projeto, os três grupos envolvidos (UFSC, King's College e Tianjin University) têm trabalhado fortemente nesta direção nos últimos anos, ou seja, evoluir nas técnicas e metodologias de projetos de mecanismos e robôs reconfiguráveis. Do lado da UFSC, nossos artigos sobre a enumeração de robôs e mecanismos foram regularmente publicados nas revistas Qualis A e B nos últimos anos com vários artigos em conferências e um prêmio internacional. Por sua vez, robôs que exijam movimentos de cargas elevadas de forma rápida e precisa requerem acionamentos de juntas de baixa inércia e de alta resposta dinâmica. Acionamentos hidráulicos são tipicamente a solução para movimentação de cargas elevadas porém não possuem facilidade de conexão e interfaceamento como motores elétricos. Neste sentido, dois grupos integrantes deste projeto (UFSC e Universidade Linköping) atuam na área de atuadores eletrohidrostáticos e hidráulica digital, as quais são potenciais soluções para o desenvolvimento de atuadores conectados eletricamente mas com baixa inércia e alta resposta dinâmica.

#### Relevância

O estudo da reconfigurabilidade é relevante para atingir um dos principais objetivos da indústria 4.0 que é a modularidade. Mas não apenas nesse foco, a reconfigurabilidade de mecanismos e robôs paralelos pode ser utilizada em espaços cooperativos homem/máquina, buscando operações eficientes e seguras para ambos. Acionamentos adequados para movimentação das juntas possibilitam a criação de robôs ágeis e precisos. As metodologias devem também projetar robôs que tenham capacidade em tempo-real, isto é, que possam prever e se adequar às diferentes realidades e modos de operação necessários para o trabalho. Esses processos serão executados utilizando sensores disponíveis para coleta e análise de dados e para tomadas de decisões posteriores, levando a uma descentralização do controle do processo, outro pilar da indústria 4.0.

## Discussão teórico-metodológica

Para a realização das tarefas industriais, espera-se que o robô possua boa precisão de posicionamento e seguimento de trajetórias, devendo ser o mais rígido possível. Porém, ao interagir com um ser humano, espera-se que o robô seja seguro e não resista caso encontre um obstáculo. Espera-se então, que no segundo caso, o robô seja complacente. Sendo assim, para que um robô industrial seja seguro, este deve ser capaz de assumir a configuração rígida e complacente, de acordo com a necessidade apresentada. Para isto, podem ser utilizados atuadores com rigidez variável (ARV) como motores dos robôs industriais. ARVs são motores capazes de variar sua rigidez através de modificações na sua configuração e podem ser considerados mecanismos reconfiguráveis. Assim, dentro do escopo deste trabalho está o desenvolvimento e aplicação de atuadores com rigidez variável nos robôs da indústria 4.0 com o intuito de melhorar a segurança na interação entre usuário e robô. Recentemente foi desenvolvido no Laboratório de Robótica uma sistemática para o projeto de novos ARVs utilizando metodologia para o projeto de mecanismos (ROSA, 2018). Através desta sistemática podem ser projetados novos atuadores no andamento deste projeto em parceria com os outros pesquisadores envolvidos. Outra área a ser abordada no andamento deste projeto é a utilização e manipulação de embalagens inspiradas em mecanismos origami. Este tema vem sendo estudado e desenvolvido por um dos pesquisadores parceiros, Jian Dai, desde 1999. A embalagem inspirada em origamis é considerada um mecanismo metamórfico, sendo este um tipo de mecanismo reconfigurável. Ainda há muito o que ser explorado sobre projetar e modelar novas embalagens de forma a tornar a automatização do seu processo de fabricação e dobragem mais simples. Este projeto visa aprimorar o desenvolvimento de mecanismos e robôs reconfiguráveis dentro do contexto da indústria 4.0. Sendo assim, é imprescindível a colaboração internacional com universidades e pesquisadores bem estruturados no âmbito tanto de robôs reconfiguráveis quanto de indústria 4.0. Durante o desenvolvimento deste projeto serão enviados pesquisadores para estes centros de referência; doutorandos, doutores e professores universitários; bem como serão trazidos pesquisadores para a Universidade Federal de Santa Catarina. Para os quatro anos de projeto estão previstas missões, doutorados sanduíches de seis e doze meses, jovens talentos com experiência no exterior, professores visitantes para o Brasil, professores visitantes para o exterior (sênior e júnior) e pós-doutorado com experiência no exterior. A escolha dos pesquisadores e dos centros de pesquisa que irão desenvolver seu trabalho será feito de acordo com a demanda de pessoal e local.

## RESULTADOS

### Objetivos

1. Esta proposta tem como objetivo desenvolver metodologias de desenvolvimento e projeto de mecanismos e robôs paralelos reconfiguráveis e soluções em hidráulica digital para aplicações na indústria 4.0.
2. Aprofundar conhecimentos sobre reconfigurabilidade para projetar robôs e mecanismos paralelos modulares.

3. Desenvolver metodologia de enumeração, ferramentas matemáticas para enumeração e projeto, software para autonomia e controle dos sistemas, coleta e tratamento de dados em tempo real, entre outros.
4. Desenvolver novas soluções em atuadores eletrohidrostáticos e hidráulicos digitais para atuação de sistemas aplicados na indústria 4.0. Específico
5. Desenvolver novos e inovadores mecanismos modulares reconfiguráveis para aplicação na indústria 4.0.
6. Desenvolver uma metodologia que conste a interação entre os temas deste documento aliando os conhecimentos dos diversos grupos de pesquisas em cada área aplicados na indústria 4.0.
7. Estudo da reconfigurabilidade de mecanismos e robôs paralelos para utilização em espaços cooperativos homem/máquina, buscando operações eficientes e seguras para ambos.

#### Impactos Esperados

1. Aplicação de duas escolas de verão a alunos de pós graduação do departamento de Engenharia Mecânica da UFSC.
2. Aumento do reconhecimento internacional dos programas de pós-graduação da UFSC beneficiados pelo programa.
3. Formação de dois novos pós-doutores em instituições de ensino estrangeiras.
4. Melhora na formação acadêmica de dez doutores por adquirirem formação com pesquisa no exterior.
5. Desenvolvimento de parcerias com a indústria no que diz respeito a pesquisas voltadas para a Indústria 4.0.
6. Metodologia para projeto de robôs paralelos reconfiguráveis a serem utilizados no âmbito da indústria 4.0.
7. Desenvolvimento de novos atuadores com rigidez variável.
8. Desenvolvimento de soluções em atuadores eletrohidrostáticos e hidráulicos digitais.

#### Produtos Acadêmicos a serem apresentados

1. Artigos publicados em congressos internacionais: 20
2. Tese de doutorado escrita em língua inglesa: 6
3. Pedidos de patentes: 2
4. Capacitação em escola de verão: 2
5. Doutores com experiência internacional: 6
6. Pós-doutores com experiência internacional: 2