Estudo de diferentes estratégias para obtenção de Scaffolds bioativos via modificação superficial por plasma

RESUMO

O número crescente de procedimentos ortopédicos para reparações ósseas decorrentes do aumento expectativa de vida da população ou de traumas por acidentes é um problema que afeta todos os países. Neste contexto têm sido desenvolvidos novos procedimentos cirúrgicos assim como novos materiais para reparações ósseas. Uma das alternativas de grande destaque é o desenvolvimento de *scaffolds*. Uma das formas de se produzir *scaffolds* com propriedades mecânicas adequadas e que apresentem comportamento bioativo, consiste na produção de compósitos de polímero biocompatível/bioabsorvível com cargas cerâmicas bioativas, como biovidros, hidroxiapatita, β-fosfato tricálcio e óxidos metálicos. Dessa forma, são unidas as características de biocompatibilidade e biodegradabilidade do polímero e de biocompatibilidade, bioatividade dessas cargas cerâmicas. Técnicas convencionais de produção de compósitos de polímeros/cargas cerâmicas geralmente empregam elevadas temperaturas e cisalhamento que, na presença de certas cargas bioativas, podem levar à severa degradação da matriz polimérica. Neste projeto serão avaliadas diferentes estratégias com auxílio da técnica do plasma para obter scaffolds bioativo de PLA via impressão 3D contornando as dificuldades de processamento. Para tanto 3 estratégias serão avaliadas: as cargas bioativas e bactericidas serão modificadas superficialmente por plasma a fim de evitar a degradação da matriz polimérica; as cargas bioativas e bactericidas serão depositadas na superfície dos scaffolds pela técnica de eletroforese; e os scaffolds serão obtidos por impressão 3D assistida por plasma. As cargas serão modificadas com compostos orgânicos de anidrido maleico, metacrilado de glicidila e ácido láctico. Desta maneira, pretende-se obter s*caffolds* bioativos, com morfologia controlada (que mimetizem a estrutura óssea) e que apresentem propriedades mecânicas e permeabilidade a fluídos corporais/proteínas suficientes para a aplicação em regeneração óssea.

Palavras-chave: PLA, cargas cerâmicas bioativas, *scaffold*s, manufatura aditiva, plasma.

Study of different strategies for obtaining bioactive scaffolds via plasma surface modification

ABSTRACT

The growing number of orthopedic procedures for bone repair resulting from increased life expectancy or traumas is a problem that affects all countries. One of the most prominent alternatives is the development of scaffolds that can be made of metallic, ceramic or polymeric materials and should mimic the natural bone extracellular matrix (architecture, biochemistry and mechanical properties), in order to enable the connection, proliferation and differentiation of cells. One way to obtain scaffolds with appropriate mechanical properties and bioactive behavior is to produce biocompatible/bioabsorbable polymer composites with bioactive ceramic particles such as bioglass, hydroxyapatite, β-tricalcium phosphate and metal oxides. Thus, the biocompatibility and biodegradability characteristics of the polymer and the biocompatibility and bioactivity of these ceramic particles are combined. Conventional techniques to produce polymer composites usually employ high temperatures and shear rates which can result in severe polymer degradation in the presence of certain bioactive fillers. This project will evaluate different strategies using the plasma technique to obtain bioactive PLA scaffolds via 3D printing, overcoming processing difficulties. For this purpose, we will evaluate three strategies: the bioactive and bactericidal particles will be superficially modified by plasma to avoid degradation of the polymeric matrix; bioactive and bactericidal loads will be deposited on the surface of the scaffolds by the electrophoresis technique; and the scaffolds will be obtained by plasma-assisted 3D printing. Particles will be modified with organic compounds such as maleic anhydride, glycidyl methacrylate and lactic acid. In this way, it is intended to obtain bioactive scaffolds with controlled morphology (pore sizes that mimic the bone structure) and that present sufficient mechanical properties and permeability to body fluids/proteins for application in bone regeneration.

Keywords: PLA, bioactive ceramic particles, scaffolds, additive manufacturing, plasma.

INTRODUÇÃO

Mais de cinquenta milhões de fraturas ósseas são registradas pelo mundo todo a cada ano. Devido a isso, anualmente, mais de oito milhões de procedimentos de reparos são realizados globalmente (ORTHOWORLD, 2013). O procedimento padrão utilizado atualmente se faz a partir de cirurgias invasivas para alinhar e estabilizar os ossos, geralmente pelo uso de pinos metálicos, parafusos, placas ou hastes, porém esses processos estendem o tempo de cicatrização e podem requerer diversas cirurgias. Apesar de os implantes metálicos oferecerem uma boa resistência, muitas desvantagens já foram levantadas, como a rigidez do material, infecções, dor crônica, toxicidade e falta de osseointegração (HOLZWARTH; MA, 2011). Uma vez que as técnicas atuais oferecem desvantagens significativas, a engenharia de tecidos é promissora em oferecer uma terapia clínica mais adequada. Ao combinar um material de suporte, células e fatores de crescimento, o ramo busca uma solução alternativa para reparo das lesões ósseas sem utilizar um material estranho ao corpo permanentemente implantado (HOLZWARTH; MA, 2011).

O *scaffold* pode atuar como um substrato para crescimento e proliferação celular e como suporte para formação de novos tecidos. Dessa forma, os materiais utilizados para confecção do *scaffolds* são uma questão-chave para o sucesso dessa aplicação. Além de fornecer um molde temporário para crescimento de tecido, os biomateriais devem exibir propriedades semelhantes às do tecido hospedeiro, ser biocompatíveis para evitar respostas imunológicas, biodegradáveis para permitir a completa regeneração do tecido (subprodutos não-tóxicos) e apresentar estrutura porosa para garantir a penetração celular e difusão de nutrientes para as células e subprodutos da degradação para fora do *scaffold*. Por fim, do ponto de vista comercial, os materiais devem ser de baixo custo e fácil fabricação para reprodução em larga escala. Métodos de produção de scaffolds compreendem processos químicos, de eletrofiação e manufatura aditiva, este último feito com um auxílio de um software de modelamento 3D, o que permite modelar peças com características específicas de cada tipo de osso, melhorando seu desempenho na cura da lesão (SZYMCZYK-ZIÓŁKOWSKA et al., 2020; YANG et al., 2019).

O poli(ácido láctico) (PLA) é um dos polímeros sintéticos biodegradáveis mais promissores, devido à sua excelente biocompatibilidade e propriedades mecânicas, e já é aprovado pelo FDA (*Food and Drug Administration*), agência que regula comercialização de medicamento, dispositivos médicos e alimentação norte-americana, e por isso, vendo sendo amplamente utilizado na engenharia de tecidos (CHOU et al, 2016). Sabe-se que o PLA se decompõe facilmente por simples hidrólise do esqueleto do éster, resultando na formação de monômeros não prejudiciais e não-tóxicos que são absorvidos pelo corpo humano e metabolizados no ciclo de Krebs (CHOU et al, 2016). Entretanto, o polímero sozinho não consegue atender alguns requisitos necessários para *scaffolds* biomédicos, sendo dentre eles a osteoindução o de maior importância. Uma das formas de se conseguir reunir as propriedades necessárias seria através

do desenvolvimento de compósitos, obtidos pela introdução de cargas cerâmicas na matriz polimérica (ARMENTANO et al, 2010).

Fosfatos de cálcio, como hidroxiapatita (HA, $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$) e β-fosfato tricálcio (β-TCP, $Ca_3(PO_4)_2$), apresentam boa biocompatibilidade, osteocondutividade e osteoindutividade devido à semelhança com a composição inorgânica do osso (ZHU et al, 2017). Os fosfatos de cálcio apresentam alta resistência à compressão e baixa ductilidade, proporcionando alta resistência à deformação, mas ao mesmo tempo fragilidade (ROSETI et al, 2017). Outros aditivos que vêm sendo estudados para aumentar a proliferação de osteoblastos e/ou para promover diferenciação de células-tronco mesenquimais em osteoblastos são: (i) biovidros, (ii) alguns elementos como Mg, Zn e Si, (iii) fatores de crescimento angiogênico e (iv) peptídeos. Em desenvolvimentos realizados (Processos FAPESP 2017/09609-9, 2017/11366-7, 2018/26060-3) pelo grupo de pesquisa da UFSCar a modificação do PLA com quatro tipos de cargas inorgânicas (hidroxiapatita, β-fosfato tricálcio, biovidro e biosilicato) em diferentes proporções foi estudado, e analisou-se a influência dessas cargas nas propriedades reológicas, estruturais, térmicas, mecânicas e biológicas. Além disso, estudaram a influência de outras cargas bioativas, como o magnésio, zinco e silício, na matriz de PLA-10%TCP. O magnésio é um material biocompatível, biodegradável e que existe naturalmente no corpo humano (0,4 g de Mg kg^{-1}), em sua maioria nos ossos (HICKEY et al, 2015). Os íons Mg também são importantes na mediação de interações célula-matriz extracelular, através da ativação da fosfatase alcalina e da ativação de integrinas. Os íons divalentes Mg^{2+} (assim como Ca^{2+}) iniciam a ativação conformacional das integrinas para a ligação do ligante, influenciando assim as funções celulares, como a fixação, proliferação e migração (HICKEY et al, 2015). O zinco (Zn) influencia a adesão de osteoblastos (WEBSTER et al, 2001), além de aumentar atividade da fosfatase alcalina e a deposição mineral contendo cálcio (WEBSTER et al, 2004). Durante a realização desses estudos, observou-se que cargas como biovidro, biosilicato (BACKES et al, 2019), óxido de Magnésio e óxido de Zinco degradaram severamente a matriz PLA. Uma maneira de evitar ou minimizar a degradação da matriz polimérica, na presença dessas cargas bioativas é realizando a modificação superficial das cargas, de modo a controlar a liberação dos íons presentes na superfície das partículas que induzem à cisão de cadeia do polímero. A modificação a pelos métodos de química úmida requerem uma série de etapas, incluindo dispersão das cargas em meio líquido, filtração, lavagem e secagem, além do uso de uma série de solventes. O tratamento por plasma é uma alternativa interessante, visto que é um processo rápido, limpo, além de quimicamente eficiente, mesmo à temperatura ambiente (OUYANG et al, 2018). Num projeto em conjunto dos os grupos da UDESC e UFSCar (FAPESP (2019/27415-2) e FAPESC (2020TR1450)) foi realizado a modificação superficial do óxido de zinco com anidrido maleico e ácido láctico utilizando a técnica de plasma radio frequência e avaliou a sua influência nas propriedades reológicas, estruturais, térmicas, mecânicas e biológicas do PLA. Foi observado que a etapa de funcionalização por plasma das partículas cerâmicas apresentou-se como uma possível técnica para o controle de degradação da matriz PLA pelo ZnO, possibilitando o desenvolvimento de *scaffolds* com

propriedades mecânicas e biológicas com alto potencial de aplicação na engenharia de tecido ósseo (KLOK, 2023; MAREGA, 2023). Ou seja, a técnica de plasma pode modificar tanto a superfície de partículas para controlar o processo degradativo da matriz durante o processamento quanto a superfície de *scaffolds* para melhorar a afinidade celular. A porosidade dos *scaffolds,* assim como interconectividade entre poros, permeabilidade a fluídos corporais/proteínas, resistência a compressão e características superficiais como hidofilicidade (molhabilidade), rugosidade, afinidade celular são algumas das propriedades mais importantes para o sucesso no desenvolvimento de *scaffolds* (CHARLES-HARRIS etal, 2008).

Outra estratégia interessante para contornar o efeito de degradação da matriz de PLA durante o processamento com partículas cerâmicas é a deposição da nanopartícula na superfície do scaffolds. Além disso, ao se incorporar os agentes bioativos diretamente no polímero, estes ficam dispersos na matriz, que precisa ser degradada para que as partículas entrem em contato com o meio de interesse, o que pode levar a grandes intervalos de tempo para sua efetiva atuação. Assim, para otimizar o tempo e a interação entre partículas e substrato, bem como mitigar os efeitos do favorecimento da degradação térmica do PLA, tem-se como alternativa depositá-las diretamente na superfície do material. Essa deposição pode ser realizada através de técnicas de química úmida, métodos mecânicos e mais recentemente, via descarga elétrica aplicada em um meio líquido, como eletroforese (EPD). (CHONG et al., 2022; DOS SANTOS et al., 2021; GLEISSNER et al., 2022; NEMANI et al., 2018). Na EPD, partículas carregadas suspensas em um meio líquido são atraídas e depositadas em um substrato condutor de carga oposta na aplicação de um campo elétrico de corrente contínua (DC) (BESRA; LIU, 2007). Essa técnica é considerada ecológica e econômica, não requer nenhum equipamento avançado e as propriedades dos revestimentos podem ser facilmente controladas pelo controle dos parâmetros de processamento (DIBA et al., 2016; RAZA; REHMAN; GHAURI, 2018). Além disso, foi demostrado que a deposições uniforme podem ser obtidas não só em substratos planares simples, mas também em substratos tridimensionais, porosos e até mesmo flexíveis (CHAVEZ-VALDEZ; SHAFFER; BOCCACCINI, 2013). Também no projeto em conjunto os grupos da UDESC e UFSCar (FAPESP ((2019/27415-2) e FAPESC (2020TR1450)) foi iniciado um estudo para avaliar a deposição nanopartículas de óxido de cério em *scaffolds* de PLA/TCP (biocompósito de poliácido lático e fosfato tricálcico) através do processo de eletroforese. Dois sistemas baseados em estudo anteriores do grupo da UDESC foram utilizados (SEGUNDO et al (2018), DOS SANTOS et al (2021)). O primeiro com os *scaffolds* se movendo livremente na solução, agitada sob 2340 rpm e o segundo com os *scaffolds* presos no eletrodo polarizado. Como a estabilidade da solução coloidal é um fator-chave para uma deposição de sucesso, ambos os sistemas contam com agitação para a homogeneização da suspensão. Tensões superiores àquelas utilizadas comumente nos processos eletroforéticos, com pulsos unipolares e bipolares, foram usadas na deposição, devido à resultados promissores apresentados pelo grupo de estudos da UDESC (DOS SANTOS et al, 2021; IWASAKI et al, 2023; SEGUNDO et al, 2018). Neste trabalho foi observado que é possível depositar as partículas tanto na superfície

quanto no interior do *scaffold* utilizando o processo de EDP, e que na configuração dos scaffolds se movendo livremente na solução com impulsos bipolares foi obtido uma maior quantidade de nanopartículas depositadas (ROSA, 2023). Estudos da influência destas nanopartículas depositadas na superfície nas propriedades de bioatividade estão sendo avaliadas. Além disso, novas tecnologias como a modificação da superfície do *scaffolds* durante a impressão 3D assistida por plasma pode ser uma alternativa tanto para ativação da superfície para melhorar a adesão e crescimento celular (LIU et al, 2018), como o recobrimento da superfície com agentes bioativos como moléculas ou nanopartículas (SINHA et al, 2021).

Portanto, com a utilização de técnicas de manufatura rápida, como a impressão 3D via **F**usão e **D**eposição de **M**aterial (FDM), associada a modificações superficiais das partículas e/ou dos produtos impressos via plasma, é possível a confecção de *scaffolds*, a partir de materiais biodegradáveis e bioativos com morfologia controlada, que resulta em propriedades mecânicas e permeabilidade a fluídos corporais/proteínas desenhadas sob medida para esta aplicação, possibilitando maior recuperação a pacientes que necessitem de enxertia óssea.

OBJETIVO GERAL

Este projeto tem como objetivo geral estudar diferentes estratégias de modificação superficial de cargas e de *scaffolds* utilizando o processo de plasma para obtenção de estruturas bioativas, com morfologia controlada (tamanhos de poros que mimetizem a estrutura óssea) e que apresentem propriedades mecânicas e permeabilidade a fluídos corporais/proteínas suficientes para a aplicação em regeneração óssea.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Estudar a funcionalização das cargas bioativas por plasma radiofrequência com diferentes precursores orgânicos e avaliar o efeito da modificação das cargas na degradação da matriz polimérica de PLA;

Obter *scaffolds* de PLA/ cargas cerâmicas bioativas, utilizando a técnica de manufatura aditiva, impressão 3D;

Modificar superfície dos *scaffods* através da deposição de nanopartículas utilizando a técnica de deposição eletroforética;

Estudar a modificação superficial do *scalffolds* utilizando impressão 3D assisitida por plasma;

Avaliar a influência do tratamento superficial da carga e da superfície do *scaffold* na bioatividade, nas propriedades mecânicas, térmicas e a morfologias dos compósitos de PLA/ cargas cerâmicas bioativas com diferentes teores.

JUSTIFICATIVA E RESULTADOS ESPERADOS

O principal desafio científico e tecnológico desse projeto consiste no desenvolvimento de compósitos de PLA e cargas cerâmicas bioativas com características estruturais e morfológicas adequadas para aplicação em *scaffolds* produzidos através de manufatura aditiva. Para isso é necessário que o compósito apresente características reológicas adequadas ao processo, sem degradação da matriz. Assim, também é foco deste desenvolvimento a preservação da massa molar da matriz através do tratamento superficial das cargas cerâmicas bioativas por plasma. Portanto, diferentes compostos orgânicos serão utilizados na modificação superficial das cargas para avaliar o efeito delas na degradação da matriz polimérica.

A porosidade, interconectividade entre poros, características superficiais como hidofilicidade, rugosidade são características importantes para o sucesso no desenvolvimento de *scaffolds*. Para isso, a superfície dos *scaffods* serão modificadas por plasma a fim de melhorar a adesão e crescimento células, através do aumento da bioatividade, hidrofilicidade e rugosidade da superfície. A análise da influência do tratamento superficial da carga e da superfície do *scaffold* na bioatividade será realizada, assim como o estudo das propriedades mecânicas, térmicas e a morfologias dos compósitos de PLA/ cargas cerâmicas bioativas com diferentes teores de biosilicatos, ZnO e/ou MgO entre outras. Além disso, buscar-se-á melhores condições de processo para a impressão 3D, estudando-se a influência de parâmetros de impressão, como velocidade de impressão, espessura de deposição de camada, padrão de preenchimento e tempo de resfriamento. Também será acoplado um jato de plasma na impressora 3D para avaliar a modificação da superfície do *scaffold* durante o processo de fabricação do mesmo.

Com a experiência prévia do grupo da UDESC na funcionalização e modificação de superfície por plasma (STEFFEN et al, 2022;STEFFEN et al, 2019; STEFFEN et al, 2018; SEGUNDO et al, 2018; DOS SANTOS et al, 2021; IWASAKI et al, 2023; FAPESC (2020TR1450)), do grupo da UFSCar na produção de scaffolds de PLA biativos (BACKES at al, 2019; Processos FAPESP 2017/09609-9, 2017/11366-7, 2018/26060-3, 2019/27415-2)) serão avaliados diferentes estratégias usando a tecnologia de plasma, como a modificação superficial das cagas cerâmicas e/ou dos scaffolds. Com isso uma pergunta poderá ser respondida neste projeto: Como a modificação superficial da biocarga e/ou dos scaffolds influência na obtenção e bioatividade dos scaffolds?

Considerando o aumento da necessidade de procedimentos ortopédicos para reconstrução óssea devido a traumas, tumores, deformidades, degeneração e envelhecimento da população, a carência de pesquisas nesta área no Brasil e a experiência dos grupos de pesquisa na área na UFSCar e UDESC, propõem-se o presente projeto. A partir do objetivo de estudar a influência da modificação das cargas e da superfície dos scaffolds, pretende-se obter novos materiais com as seguintes características: s*caffolds* bioativos, com morfologia controlada e que apresentem propriedades mecânicas e permeabilidade a fluídos corporais/proteínas suficientes para a aplicação em regeneração óssea. Portanto, este projeto está alinhado

diretamente aos objetivos de desenvolvimentos sustentável da ONU 3 (saúde e bem-estar para todos) e 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura).

Assim, como aplicabilidade dos resultados e potenciais impactos espera-se:

- Definir o melhor procedimento para obtenção *scaffolds* bioativos constituído por PLA e cargas biotivas funcionalizadas que apresente propriedades mecânicas e permeabilidade a fluídos corporais/proteínas suficientes para a aplicação em regeneração óssea. Esta tecnologia terá impacto direto na qualidade de vida da população. Acrescenta-se que indústrias do setor da saúde que se localizam em Santa Catarina e São Paulo poderão levar esta tecnologia ao mercado. Produtos com nanotecnologia embarcada, que proporcionam durabilidade de materiais implantáveis tem alto valor agregado e tem potencial de competir internacionalmente, podendo substituir produtos importados. Com a participação da Plasmatex, uma startup de tecnologia nascida da bancada do Laboratório de Plasma da UDESC e pré-encubada na instituição, teremos a possibilidade de transformar a tecnologia desenvolvida durante o projeto em produto viável para comercialização.

- Sedimentação de uma rede de cooperação UDESC-UFSCar na área de compósitos micro e nanoestruturados para aplicações na área médica. As equipes participantes deste projeto apresentam conhecimentos complementares (Modificação de superfícies poliméricas e funcionalização de partículas por plasma – UDESC; Obtenção de scaffolds por impressão 3D) podendo contribuir na consolidação de uma linha interdisciplinar através da consolidação da linha de pesquisa de plasma em polímeros;

- Aumento de produtividade técnico-científica dos pesquisadores envolvidos, na forma de relatórios técnicos, publicações em congressos e periódicos científicos, nacionais e/ou internacionais - prevê-se a preparação de pelo menos 04 artigos científicos e 06 comunicações em congressos;

- Formação de recursos humanos, discentes dos programas de pós-graduação e graduação, voltados à tecnologia de compósitos/nanocompósitos para atender aos setores acadêmico e industrial e ao desenvolvimento científico na área - estão previstos neste projeto a formação no Brasil de 02 mestres, 02 doutores e a orientação de pelo menos 04 alunos de iniciação científica.

METODOLOGIA

Modificação por plasma e Caracterização das cargas bioativas: A funcionalização das cargas cerâmicas bioativas utilizando plasma será utilizado uma fonte RF (rádio-frequência) no modo de acoplamento induzido (ICP) baseado em uma metodologia desenvolvida no laboratório (STEFFEN et al, 2019 e STEFFEN et al, 2022, KLOK, 2023). Neste caso a taxa de ionização do plasma e a ativação das moléculas como anidrido maleico, metacrilado de glicidila e ácido láctico poderão ser controladas facilmente pela potência da fonte RF. As cargas bioativas funcionalizadas serão caracterizadas por Espectroscopia de fotoelétrons por raios-X (XPS), Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR), espectroscopia Raman,

ângulo de contato, termogravimetria, determinação do tamanho médio serão determinados via técnicas de sedimentação, microscopia eletrônica de emissão de campo (FEG) e de transmissão de alta resolução (MET). Essas técnicas serão utilizadas com objetivo de avaliar a efetiva funcionalização e a qualidade estrutural e a presença de defeitos na superfície das cargas bioativas.

Estudo preliminar dos compósitos PLA/ cargas cerâmicas: Nesta etapa serão desenvolvidos compósitos de PLA/cargas cerâmicas bioativas com diferentes teores para avaliação o efeito da modificação da carga na degradação da matriz polimérica. Estes compósitos serão processados em um reômetro de torque. O material obtido será analisado por cromatografia de exclusão por tamanho, espectroscopia por infravermelho, análise térmica (DSC e TG).

Obtenção dos scaffolds de PLA: Nesta etapa serão obtidos os scaffolds de PLA com e sem cargas biocerâmicas por manufatura aditiva, os filamentos do compósito serão obtidos por extrusão dupla-rosca e os filamentos impresso por impressão 3D. Para isso será realizada a modelagem 3D do scaffold via Solidwords visando a mimetização do tamanho de poros do osso. Na impressora 3D serão variados os seguintes parâmetros: velocidade de impressão, espessura de deposição de camada, padrão de preenchimento e tempo de resfriamento.

Tratamento superficial dos scaffolds por plasma e caracterização: Para tratamento de superfície do scaffolds será utilizado duas diferentes estratégias: deposição de nanopartículas na superfície do scaffold via processo de eletroforese, a obtenção do *scaffolds* via impressão 3D assisitiva por plasma.

No processo de deposição de nanopartículas via eletroforese será utilizado reatores tipo home made, já desenvolvidos e estudados pelo grupo da UDESC (DOS SANTOS et al, 2021, SEGUNDO et al, 2018, IWASAKI et al, 2023, ROSA, 2023). Solução aquosa com diferentes nanopartículas de bioativas serão preparadas e serão avaliados os seguintes parâmetros de deposição: posição do *scaffolds*, distância dos eletrodos, velocidade e tipo de agitação da solução, potência, tempo de deposição. Para obter os *scaffolds* via impressão 3D assistida por plasma será adaptado um sistema de jato de plasma atmosférico numa impressora 3D, de modo que o tratamento superficial por plasma ocorra durante a impressão do scaffold. Será testado diferentes tratamentos superficiais como plasma gasoso de argônio, ar e outros.

Os *scaffolds* tratados serão caracterizados por XPS, DSC, TGA, ângulo de contato, espectroscopia Raman, microscopia de força atômica e microscopia eletrônica de Varredura (MEV). Essas técnicas serão utilizadas com objetivo de avaliar a modificação da superfície em termos de propriedades fisico-químicas e correlacionar com os métodos de plasma utilizados.

Caracterização dos Scaffolds PLA: Os *scaffolds* com as cargas cerâmicas bioativas e os *scaffolds* modificados superficialmente por plasma serão caracterizados quanto a sua bioatividade, no quais serão realizados testes para caracterização da adesão e proliferação de osteoblastos nos scaffolds impressos, deposição de cálcio, atividade de fosfatase alcalina (ALP), adesão de proteínas, diferenciação celular, taxa de degradação em fluído de corpo simulado

(SBF) e eficiência bactericida; caracterização química como FTIR e XPS; propriedades térmicas serão caracterizadas DMA, DSC e TGA; propriedades mecânicas será realizado o ensaio de compressão e a morfologia será avaliado por MEV.

O plano de trabalho e o cronograma de atividades para desenvolvimento do projeto são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Cronograma de atividades para o projeto.

Atividades	**Tempo em Meses**											
	3	**6**	**9**	**12**	**15**	**18**	**21**	**24**	**27**	**30**	**33**	**36**
Revisão bibliográfica (UFSCar / UDESC)												
Tratamento superficial das cargas cerâmicas por plasma (UDESC)												
Caracterização das cargas modificadas (UDESC)												
Preparação PLA/ cargas cerâmicas via Haake (UFSCar/UDESC)												
Análise de Massa Molar, ensaio de bioatividade e FTIR dos compósitos (UFSCar)												
Extrusão e impressão 3D dos *Scaffolds* (UFSCar)												
Tratamento superficial dos scaffolds por plasma por eletroforese (UDESC)												
Obtenção de scalffolds utilizando impressão 3D assisitida por plasma (UDESC)												
Caracterização dos scaffolds tratados												
Caracterização dos Scaffolds PLA (UFSCar/UDESC)												

IDENTIFICAÇÃO DOS DEMAIS PARTICIPANTES DO PROJETO

A equipe envolvida no desenvolvimento deste projeto terá como integrantes:

Dra. Daniela Becker - professora da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), atua no Programa de Pós-graduação em Ciências e Engenharia de Materiais e de química Aplicada da UDESC e é bolsista produtividade do CNPQ-1D. Pesquisadora na área de modificação superficial de partículas e polímeros usando diferentes técnicas de plasma e na área polímeros com ênfase em blendas e nanocomopósitos poliméricos (Coordenadora)

Dr Abel C. Recco – professor da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), atua no Programa de Pós-graduação em Ciências e Engenharia de Materiais. Desenvolve pesquisas experimentais sobre aplicações tecnológicas de descargas elétricas, dando ênfase as relações entre as características do plasma e os resultados obtidos no processo tecnológico.

Dr. Julio C. Sagas - professor da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), atua no Programa de Pós-graduação em Fisica e é bolsista produtividade do CNPQ-2. Desenvolve pesquisas experimentais e simulacionais sobre aplicações tecnológicas de descargas elétricas, dando ênfase as relações entre as características do plasma e os resultados obtidos no processo tecnológico.

Dra Teresa T. Steffen - é sócia-proprietária da empresa Plasmatex LTDA. Pesquisadora na área de modificação superficial de nanopartículas orgânicas e inorgânicas utilizando processos de plasma.

Dr. Régis K Scalice – professor da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), atua no Programa de Pós-Graduação em Ciências Mecânicas. É pesquisador da área de Desenvolvimento de Produtos, atuando principalmente no desenvolvimento de métodos e ferramentas de suporte ao desenvolvimento de produtos, no projeto de produtos modulares, no projeto de veículos ferroviários, projeto de ferramental e em DfX.

Dra Lidiane Costa - professora da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), atua no Programa de Pós-graduação em Ciências e Engenharia de Materiais e é bolsista produtividade do CNPQ-2. Pesquisador na área de polímero com ênfase em obtenção de compósitos e nanocompósitos, manufatura aditiva.

Dr. Luiz A. Pessan - professor da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), atua no Programa de Pós-graduação em Ciências e Engenharia de Materiais e é bolsista produtividade do CNPQ-1A. Pesquisador na área de polímero com ênfase em obtenção de compósitos e nanocompósitos, manufatura aditiva.

Dr. Eduardo Henrique Backes - professor da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), atua no Programa de Pós-graduação em Ciências e Engenharia de Materiais. Pesquisador na área de bioimpressão 3D para fabricação de modelos neurais para testes de fármacos e estudos de doenças. Outros interesses incluem área de manufatura aditiva/impressão 3D FDM/FFF, e desenvolvimento e caracterização de filamentos bioativos, bioimpressão e medicina regenerativa.

Msc Daniel Aparecido Lopes Vieira da Cunha – Aluno de doutorado do Programa de Pós-graduação em Ciências e Engenharia de Materiais da UFSCar sob a orientação da prof Lidiane C. Costa. Realiza o doutorado na área de avaliar a influência da modificação superficial de biovidros por plasma nas propriedades dos scaffolds de PLA.

Msc Anderson de Carvalho Fernandes - Aluno de doutorado do Programa de Pós-graduação em Ciências e Engenharia de Materiais da UDESC sob a orientação da prof Daniela Becker. Realiza o seu doutorado na área do projeto da impressora 3D assistida por plasma e caracterização das propriedades dos scaffolds produzidas neste sistema.

Msc. Luis Guilherme Silva Rosa - Aluno de doutorado do Programa de Pós-graduação em Ciências e Engenharia de Materiais da UDESC sob a orientação da prof Daniela Becker. Realiza seu doutorado na área de deposição de nanopartículas bioativas na superfície de scaffolds de PLA via deposição eletroforética.

INFRA-ESTRUTURA PARA O DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

O Centro de Ciências Tecnológicas da Universidade do Estado de Santa Catarina em Joinville (CCT-UDESC) completou, em 2010, 45 anos de existência. São mais de 3.000 alunos distribuídos em sete cursos de graduação e três programas de pós-graduação: Ciência e Engenharia dos Materiais, Física e Engenharia Elétrica.

O Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais (PGCEM) do CCT/UDESC está lotado no Departamento de Engenharia Mecânica, o qual ocupa uma área de 2.500 m^2, sendo que 60% desta área está destinada a laboratórios e 40% a salas de aulas, salas de professores, alunos de mestrado e administração. O PGCEM conta atualmente com laboratórios de: Metalúrgia do pó, Cerâmica, Fundição, Polímeros, Caracterização Físico-Química de Materiais, Ensaios Mecânicos, Conformação mecânica, Tribologia, Tratamentos Térmicos, Metrologia e Instrumentação Dimensional, Simulação Numérica, Plasma e Caracterização de Materiais. Além destes laboratórios, o Departamento possui uma oficina mecânica de apoio e manutenção dos laboratórios. Estes laboratórios dão suporte às atividades de ensino e pesquisa no Curso de Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais e apoiam as

atividades de ensino e pesquisa no curso de graduação em Engenharia Mecânica. Os trabalhos experimentais na linha de pesquisa em materiais poliméricos são realizados no Laboratório de Polímeros e no de Caracterização de Materiais, localizados no Departamento de Engenharia Mecânica da UDESC, em Joinville – SC que contam com os seguintes equipamentos.

- Microscópio de força atômica com um nanidentador acoplado;
- Microscópio Eletrônico de Transmissão – Jeol JEM2100;
- Crio-ultramicrotomo para preparação de amostras poliméricas para MET
- Microscópio Eletrônico de Varredura de alta energia – JEOL JSM6701F.
- Microscópio ótico confocal marca Olimpus.
- Difratômetro de Raios X - Shimadzu XRD 600;
- Equipamento de Análise Térmica (TGA, DTA) - Netzsch STA 449C;
- Dilatômetro – Netzsch;
- Calorímetro Exploratório Diferencial – DSC, Netzsch
- Análise termomecânica TMA, Shimadzu
- Análise Dinâmico-Mecânica foi realizada em um DMA 242 E da NETZSCH
- Espectrômetro de emissão UV/Visível – Shimadzu;
- Espectrômetro FT-IR INVENIO-S Bruker
- Máquina universal de ensaios Osvaldo Filizolla com célula de carga de 500N e 5KN;
- Balança de precisão, agitadores magnéticos, agitador mecânico, capela, estufas à vácuo e vidraria;
- Microscópios ópticos com analisador de imagens;
- Sonda ultrassom – Sonics VCX 750;
- Máquina de extrusora dupla rosca AXplásticos
- Reômetro de torque – Haake;
- Prensa com aquecimento;
- Moinho de facas de bancada;
- Goniômetro 590 da RAME-HART INSTRUMENTS
- Reator para deposição de filmes, equipado com fontes DC, RF, HiPIMS e DC pulsada; bombas de vácuo mecânica e turbomolecular; sistemas de controle de fluxo de gases e pressão.
- Reator para tratamento de materiais por plasma (nitretação, carbonitretação e oxidação).
- Três reatores para tratamento de polímeros e funcionalização de nanotubos por plasma.
- Espectrômetro ótico de alta resolução para caracterização do plasma
- Goniômetro automatizado
- Oficina de apoio equipada com torno, furadeira de bancada, ferramentas, morsas, bancada para eletrônica.
- Espectrofotômetro de fotoelétrons excitados por raios-X (XPS) para caracterização de filmes e superfícies.

- Medidor de propriedades elétricas pelo método de van der Pauw.

ORÇAMENTO

Os recursos necessários ao longo dos três anos previstos para a execução deste projeto, considerando-se os itens financiáveis pelo CNPq para recursos financeiros, estão apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - Despesas e Justificativas

Item	Descrição	Preço Total (R$)	Justificativa
Custeio			
a) Material de consumo			
1	Materiais de laboratório (reagentes, vidraria, nanopartículas, polímeros entre outros)	**25.000,00**	Aquisição de reagentes, vidrarias, materiais diversos e matéria-prima para obtenção das biocargas cerâmicas modificadas, os scaffolds biotivos de PLA.
b)Serviços de Terceiros			
2	Serviços de manutenção de equipamentos e de usinagem, manutenção elétrica.	**22.000,00**	Recursos para serviços de manutenção dos equipamentos do laboratório, de serviços de usinagem para confecção de reatores e da modificação da impressora 3D e eventuais análises externas que poderão ser necessárias.
c) Passagens e diárias			
3	Passagens Jlle – São Carlos -Jlle	**R$ 15.000,00**	missões dos participantes do projeto para atividades de pesquisa e reuniões de discussão do andamento do projeto

4	Diárias	**R$ 6.400,00**	20 diárias para as missões dos participantes do projeto para atividades de pesquisa e reuniões de discussão do andamento do projeto
Total material de consumo		**R$ 68.400,00**	
Capital			
5	Espectrômetro Raman portátil, para análise química de amostras, pre-configurado para excitação Raman de 532 nm e 785 nm.	**R$ 150.000,00**	Para análise química das amostras modificadas por plasma
Total		**R$ 218.400,00**	

REFERÊNCIAS

ARMENTANO, I. et al. **Polymer Degradation And Stability**, v. 95, n. 11, p. 2126-2146, nov. 2010..

BACKES, E. H. et al. **Composites. Journal of Composites Science***, 3(2), 52,* 2019.

BESRA, L; LIU, M. A. **Progress In Materials Science**, v. 52, n. 1, p. 1-61, 2007.

CHARLES-HARRIS, M. et al. **Journal of Materials Science**: Materials in Medicine, v. 19, n. 4, p.1503-1513, 2008.

CHÁVEZ-VALDEZ, A.; BOCCACCINI, A. R. **Electrochimica Acta**, v. 65, p. 70-89, 2012.

CHONG, W. J. et al. **Smart Materials in Manufacturing**, p. 100004, 2022.

CHOU, Y. C. et al. **Int. J. Mol. Sci.**, v. 17, n. 4, p. 595–608, 2016.

DIBA, M. et al. **Progress in Materials Science**, v. 82, p. 83–117, 2016.

DOS SANTOS, V. F. et al. TiO2. **Journal of Applied Physics**, v. 129, n. 12, p. 123302, 2021.

GLEISSNER, Carolin et al. **Polymer Reviews**, p. 1-32, 2022.

HICKEY, D. J. et al. **Acta Biomater**., v. 14, p. 175–184, 2015.

HOLZWARTH, J. M.; MA, P. X.. .. **Biomaterials**, [S.L.], v. 32, n. 36, p. 9622-9629, dez. 2011.

IWASAKI, K. M. K. et al.. **Applied Surface Science**, v. 611, p. 155548, 2023.

KLOK, L. A. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais da Universidade do Estado de Santa Catarina. UDESC. 2023

LIU F et al. **CIRP Annals - Manufacturing Technology**, 67, 229–232. 2018

MAREGA, F. M. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Ciencia e Engenharia de Materiais da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. 2023

NEMANI, Srinivasa Kartik et al. **Advanced Materials Interfaces**, v. 5, n. 24, p. 1801247, 2018.

ORTHOWORLD, 2013, Chagrin Falls. **The orthopaedic industry annual report.** Chagrin Falls: Orthoworld Inc., 2013.

OUYANG, B. et al. **Materials Today Nano**, v. 3, p. 28-47, 2018.

RAZA, M. A.; REHMAN, Z. U.; GHAURI, F. A. **Thin solid films**, v. 663, p. 93–99, 2018.

ROSA, L.G.S. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais da Universidade do Estado de Santa Catarina. UDESC. 2023

ROSETI, L. et al. **Mater. Sci. Eng. C,** v. 78, p. 1246–1262, 2017

SEGUNDO, E. H. et al. **Materials Chemistry and Physics**, v. 217, p. 1-4, 2018.

SINHA, R. et al **Nature Communications**, 12:500, 2021.

STEFFEN, T. T, et al. **Applied Surface Science**. , v.491, p.405 - 410, 2019.

STEFFEN, T. T. et al. **Polymer Composites**, v.40, p.E1162 - E1171, 2018.

STEFFEN, T. T. et al.. **Applied Surface Science** 583, 152493, 2022.

SZYMCZYK-ZIÓŁKOWSKA, P. et al. **Biocybernetics and Biomedical Engineering**, v. 40, n. 2, p. 624-638, 2020.

WEBSTER, T. J. et al. **Biomaterials**, v. 25, n. 11, p. 2111–2121, 2004.

WEBSTER, T. J. et al. **J. Biomed. Mater. Res**., v. 59, n. 2, p. 312–317, 2001.

YANG, Y. et al. **International Journal of Bioprinting**, v. 5, n. 1, 2019.

ZHU, Y. et al**. Biomaterials**, v. 147, p. 133–144, 2017.

6108600598596676

TERMO DE OUTORGA

Processo: 404401/2023-6
Vigência: início: 05/12/2023 **fim:** 31/12/2026
Título: Estudo de diferentes estratégias para obtenção de Scaffolds bioativos via modificação superficial por plasma
Instituição de Execução: Universidade do Estado de Santa Catarina
CNPJ: 83891283000136
Ação: Chamada CNPq/MCTI Nº 10/2023 - Faixa B - Grupos Consolidados

Valor Global: R$ 110.000,00

Capital: R$ 100.000,00

Custeio: R$ 10.000,00

O outorgado,Daniela Becker, CPF número 023.225.759-09, sabedor de que a presente CONCESSÃO constitui aporte financeiro com encargos em prol do desenvolvimento científico, tecnológico e de inovação do País e, considerando a necessidade de prestar contas do dinheiro público utilizado, conforme legislação vigente, declara e se obriga a:

a) dedicar-se às atividades pertinentes à proposta aprovada;

b) conhecer, concordar e atender integralmente às exigências e às normas que regem a CONCESSÃO acima especificada;

c) ter ciência de que o não cumprimento do pactuado ensejará o ressarcimento parcial ou integral ao CNPq do investimento realizado com a CONCESSÃO, atualizado monetariamente de acordo com a correção dos débitos para com a Fazenda Nacional, acrescido de juros, sob pena de ter seu nome inscrito no Cadastro Informativo de Créditos Não Quitados do Setor Público Federal ¿ CADIN, de submeter-se a Processo Administrativo de Cobrança ou a Tomada de Contas Especial no Tribunal de Contas da União, à inscrição do débito decorrente na Dívida Ativa da União e eventual execução judicial;

d) ter ciência de que o apoio financeiro poderá ser cancelado ou suspenso em caso de ausência de repasse financeiro de eventual parceiro responsável pelo aporte; e

e) ter conhecimento de que a aceitação deste TERMO é feita sob pena da incidência nos artigos 297-299 do Código Penal Brasileiro sobre a falsificação de documento público e falsidade ideológica, respectivamente.

Anexo IB

CONDIÇÕES GERAIS PARA AUXÍLIOS

1. DA CONCESSÃO

1.1. Ao aceitar o apoio financeiro, o beneficiário declara formalmente:
a) observar o disposto na legislação pertinente e nas normas do CNPq;
b) conhecer o Acordo de Cooperação Técnica (colocar link para o respectivo acordo, se possível, ou ao modelo se não for possível!) firmado entre a instituição de execução do Projeto / Plano de Trabalho e o CNPq, publicado no Diário Oficial da União;
c) possuir anuência formal da instituição de execução do Projeto / Plano de Trabalho, seja sob a forma de vínculo empregatício ou formal.
d) dispor das autorizações especiais de caráter ético, legal ou logístico, nos casos em que sejam exigidas, devido às características do projeto;
e) manter os documentos referidos nas alíneas ¿c¿ e ¿d¿ em seu poder até cinco anos após a aprovação final das contas do CNPq, não sendo necessária sua remessa ao CNPq;

f) estar ciente de que o prazo para utilização dos recursos financeiros começa a vigorar a partir da assinatura do Termo de Outorga e se encerra no término de sua vigência, devendo ser aplicados, tais recursos, exclusivamente para a execução da proposta aprovada;
g) conhecer e respeitar as diretrizes da Comissão de Integridade na Atividade Científica do CNPq (http://www.cnpq.br/web/guest/view/-/journal_content/56_INSTANCE_0oED/10157/106200).

1.2. O beneficiário compromete-se, ainda, a:
a) utilizar os recursos financeiros de acordo com os critérios e procedimentos estabelecidos no Manual de Utilização de Recursos Financeiros e Prestação de Contas (http://www.cnpq.br/web/guest/view/-/journal_content/56_INSTANCE_0oED/10157/6122070);
b) utilizar os recursos financeiros estritamente para o cumprimento do objeto do Projeto/ Plano de Trabalho e exclusivamente com itens financiáveis estabelecidos nas normas do CNPq, na Ação ou no instrumento jurídico de parceria que a ampare;
c) assumir todas as obrigações legais decorrentes de contratações eventuais necessárias à consecução do objeto, eximindo o CNPq de qualquer responsabilidade que possa advir de tais contratações;
d) apresentar, nos prazos que lhe forem determinados, informações ou documentos referentes tanto ao desenvolvimento quanto à conclusão do Projeto / Plano de Trabalho aprovado;
e) propor alterações ao Projeto / Plano de Trabalho para prévia análise e deliberação do CNPq e de entidade co-financiadora, quando for o caso, desde que não se altere o objeto do Projeto;
f) permitir e facilitar ao CNPq o acesso aos locais de execução do projeto para monitoramento e avaliação;
g) apresentar relatórios parciais de execução do objeto do Projeto / Plano de Trabalho, para o monitoramento e a avaliação, a cada 12 (doze) meses, via plataforma eletrônica do CNPq;
h) apresentar o Relatório de Execução do Objeto ¿ REO do Projeto / Plano de Trabalho, bem como o comprovante de devolução de eventual saldo remanescente, em até 60 (sessenta) dias após o término da vigência do processo, via plataforma eletrônica do CNPq, sob pena de instauração de processo administrativo de cobrança;
i) apresentar Relatório de Execução Financeira, quando exigido pelo CNPq, conforme disposto no Manual de Utilização de Recursos e Prestação de Contas;
j) solicitar autorização formal ao CNPq quando pretender remanejar recursos de capital para custeio, e vice-versa, em percentual superior a 20% do valor total do Projeto; e
k) solicitar prorrogação do projeto, quando necessário, via plataforma eletrônica do CNPq, no prazo mínimo de 30 (trinta) dias antes do término da vigência, acompanhada da devida justificativa.

2. DA PROPRIEDADE INTELECTUAL / CRIAÇÃO PROTEGIDA

Caso o projeto possa resultar em produto, processo ou serviço passível de proteção da Propriedade Intelectual ou que venha a ter valor comercial, a troca de informações e a reserva dos direitos, em cada caso, se darão de acordo com o estabelecido nas legislações específicas nacionais e internacionais, bem como nas normas internas do CNPq sobre propriedade intelectual.

3. DAS PUBLICAÇÕES E DIVULGAÇÃO

3.1. Trabalhos publicados e a divulgação, sob qualquer forma de comunicação ou por qualquer veículo, de resultados obtidos com recursos do Projeto / Plano de Trabalho, deverão, obrigatoriamente, no idioma da divulgação, fazer menção expressa ao apoio recebido do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico ¿ CNPq ¿ Brasil, bem como mencionar quaisquer outras entidades/órgãos financiadores, especialmente aqueles que participaram no apoio do Projeto / Plano de Trabalho em conjunto com o CNPq.
3.2. Material de divulgação de eventos, publicações em geral e a publicidade relativa a eles, e de trabalhos e atividades apoiadas ou financiadas pelo CNPq, deverão trazer a logomarca deste em lugar visível, de fácil identificação em escala e tamanho proporcionais à área de leitura. Esclarecimentos a respeito e os padrões a observar devem ser objeto de consulta prévia junto à área de comunicação social do CNPq (comunicacao@cnpq.br).
3.2.1. Os itens anteriormente relacionados, bem como a publicidade relativa a eles, deverão trazer a logomarca de outras entidades/órgãos financiadores, em lugar visível, de fácil identificação, e em escala e tamanho proporcionais à área de leitura.

4. DA DESISTÊNCIA, DA SUSPENSÃO E DO CANCELAMENTO DO BENEFÍCIO

4.1. O beneficiário deverá comunicar, via plataforma eletrônica do CNPq, a desistência do projeto acompanhada da devida justificativa.
4.1.1. No prazo de 60 (sessenta) dias da comunicação da desistência, deverão ser apresentados o relatório de execução do objeto do Projeto / Plano de Trabalho e o relatório de execução financeira, como também deverá ser devolvido ao CNPq eventual saldo financeiro.
4.1.2. A não observância do disposto no item 4.1.1 implicará a devolução do valor devidamente atualizado monetariamente, acrescido de juros, na forma da legislação aplicável aos débitos da Fazenda Nacional.
4.2. A liberação dos recursos do apoio financeiro ao projeto será suspensa quando ocorrer uma ou mais das seguintes irregularidades, constatada(s) por procedimentos de monitoramento e controle

realizados pelo CNPq, Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações ¿ MCTIC, Ministério da Transparência e Controladoria-Geral da União ¿ CGU ou Tribunal de Contas da União ¿ TCU:
a) não comprovação da utilização adequada de parcela anteriormente recebida, na forma da legislação pertinente, quando solicitada;
b) verificação de desvio de finalidade na utilização dos recursos ou dos bens patrimoniais gerados ou adquiridos no projeto;
c) atrasos não justificados no cumprimento das etapas do Projeto/Plano de Trabalho; e
d) quando for descumprida qualquer condição deste instrumento.

4.2.1. A(s) irregularidade(s) verificada(s) deverá(ão) ser corrigida(s) no prazo fixado pelo CNPq.
4.3. Ao término do prazo fixado, mantida uma ou mais irregularidades previstas no item 4.2 o auxílio será cancelado, aplicando-se, no que couber, o disposto nos itens 4.1.1 e 4.1.2.
4.4. Cancelada a concessão do auxílio o beneficiário será considerado inadimplente, terá suspenso o pagamento de todas as concessões vigentes e não poderá concorrer a novas modalidades de apoio financeiro até a regularização de sua situação perante o CNPq, sem prejuízo de outras medidas cabíveis.
4.4.1. O cancelamento do auxílio com fundamento no item 4.3 obrigará o BENEFICIÁRIO a ressarcir integralmente o CNPq de todas as despesas realizadas, atualizadas e acrescidas de juros nos termos da legislação.

5. DAS DISPOSIÇÕES FINAIS

5.1. As propostas financiadas com recursos de outras fontes obrigam, ainda, à observância de eventuais disposições específicas constantes na Ação ou no instrumento jurídico de parceria que a ampare.
5.1.1. Se financiada com recursos de outras fontes, poderão prevalecer ainda disposições específicas constantes na Ação ou no instrumento jurídico de parceria que a ampare.
5.2. Para assinatura do Termo de Outorga a instituição de execução do Projeto / Plano de Trabalho deverá ter Acordo de Cooperação Técnica vigente firmado com o CNPq.
5.3. O apoio financeiro aprovado pelo CNPq não gera vínculo de qualquer natureza ou relação de trabalho.
5.3.1. O pessoal envolvido na execução do projeto não possuirá vínculo de qualquer natureza com o CNPq e deste não poderá demandar quaisquer pagamentos, sendo estes de inteira responsabilidade do beneficiário / instituição de execução do Projeto / Plano de Trabalho que o tiver empregado na sua execução.
5.3.2 Ficam o beneficiário e a instituição de execução do Projeto / Plano de Trabalho responsáveis por ressarcir o CNPq por quaisquer despesas decorrentes de eventuais processos trabalhistas.
5.4. O processo somente será encerrado após as aprovações do relatório de execução do objeto do Projeto / Plano de Trabalho e da Prestação de Contas Financeira, quando exigida, e desde que cumpridas todas as condições previstas neste instrumento e nas normas aplicáveis.
5.5. A inobservância de dispositivos legais aplicáveis implicará no encerramento imediato do apoio financeiro aprovado e obrigará o beneficiário a ressarcir integralmente o CNPq de todas as despesas realizadas, atualizadas e acrescidas de juros nos termos da legislação, sem prejuízo da aplicação de penalidades cabíveis.
5.6. O beneficiário reconhece que ao CNPq compete exercer a autoridade normativa de monitoramento e controle sobre a execução do Projeto / Plano de Trabalho, bem como transferir a responsabilidade pelo projeto, no caso de paralisação ou de fato relevante que venha a ocorrer, de modo a evitar a descontinuidade das atividades.

Declara, ainda, que leu e aceitou integralmente os termos deste documento e as Condições Gerais em anexo, comprometendo-se a cumpri-los fielmente, não podendo, em nenhuma hipótese, deles alegar desconhecimento.

Termo de aceitação registrado eletronicamente por meio da internet junto ao CNPq, pelo agente receptor 10.0.10.56(srv-picc10.cnpq.br) , mediante uso de senha pessoal do Beneficiário em 05/12/2023, originário do número IP 200.130.33.73(200.130.33.73) e número de controle 1804051418040514:1658869852-2491186113.

Para visualizar este documento novamente ou o PDF assinado digitalmente, acesse: http://efomento.cnpq.br/efomento/termo?numeroAcesso=6108600598596676.

PLANO DE TRABALHO

EDITAL DE CHAMADA PÚBLICA FAPESC Nº 48/2022 APOIO À INFRAESTRUTURA PARA GRUPOS DE PESQUISA DA UDESC

PROCESSOS DE PLASMA PARA SÍNTESE, TRANSFORMAÇÃO E FABRICAÇÃO DE NOVOS MATERIAIS

01. Beneficiário

Nome Luis César Fontana	Data de nascimento 11/05/1963	
CPF 618.229.579-15	Nacionalidade Brasileira	
RG 3021385376	Órgão emissor RG ssp	UF de emissão Rio Grande do Sul
Titulação Pós-Doutorado	Profissão Professor Universitário	
Endereço Rua Henrique Miers	Número 226	Complemento Ap 601
Bairro Costa e Silva	CEP 89218600	
Município Joinville	UF Santa Catarina	
E-mail luis.fontana@udesc.br	Telefone +55 (47) 34817966	Celular +55 (47) 999632426

02. Instituições participantes

Responsável pela execução do projeto e pelo recebimento do recurso
Pessoa Física

CNPJ 83.891.283/0001-36	Proponente Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)
CPF 824.161.769-00	Representante Dilmar Baretta

03. Identificação do projeto

Parque Tecnológico ALFA - Rodovia José Carlos Daux 600 (SC 401), Km 01 - Módulo 12A
Prédio CELTA/FAPESC - 5º Andar - Bairro João Paulo - CEP 88030-902 - Florianópolis/SC - Brasil
+55 (48) 3665 4800
fapesc@fapesc.sc.gov.br
www.fapesc.sc.gov.br

Título do projeto
Processos de plasma para síntese, transformação e fabricação de novos materiais

Finalidade
Desenvolvimento de processos baseados em plasma para o tratamento de superfícies e processamento de materiais (metais, polímeros e cerâmicas), através de tecnologia limpa. A finalidade pública do projeto é a geração e difusão de conhecimento sobre ciência e tecnologia de tratamento de materiais por plasma nas seguintes áreas: Ciência e Tecnologia de Superfícies, Corrosão, Desgaste, Interação Plasma/Superfícies, Funcionalização físico-química de superfícies e Fontes de Potência para a Geração de Plasmas.

Website do projeto
Não informado

Palavras-chave
Plasma, sintese, superfícies, novos materiais

Área do conhecimento
Recobrimentos

Setor CNAE
Pesquisa e desenvolvimento experimental em ciências físicas e naturais

Principal município da realização da pesquisa
Joinville

Agência de desenvolvimento regional
Agência de Desenvolvimento Regional de Joinville

Público alvo

Líderes de grupos de pesquisa certificados pela PROPPG
O desenvolvimento do presente projeto tem como público-alvo final uma vasta cadeia do setor produtivo industrial que tem como um dos pilares o uso de materiais de alto desempenho. Nesse campo citamos:
1-Indústria metal mecânica - Usuários e fabricantes de materiais de alto desempenho que demandam propriedades como: resistência ao desgaste, resistência à corrosão e estabilidade química.
2- Novos materiais para uso em novas tecnologias: usuários e fabricantes de materiais fotosensíveis, superfícies fotocatalíticas, superfícies autolimpantes (p. e. vidros autolimpantes), superfícies absorvedoras de radiação e superfícies dielétricas.
3- Indústria de transformação de polímeros: funcionalização de superfícies para a aderência de tintas e outros recobrimentos; funcionalização de nanopartículas para atuarem como reforço em nanocompósitos poliméricos.
4- Setor acadêmico e pesquisa em indústrias: desenvolvimento de novas tecnologias baseadas em plasma para aplicações específicas em processos industriais da região norte de Santa Catarin

Parque Tecnológico ALFA - Rodovia José Carlos Daux 600 (SC 401), Km 01 - Módulo 12A
Prédio CELTA/FAPESC - 5º Andar - Bairro João Paulo - CEP 88030-902 - Florianópolis/SC - Brasil
+55 (48) 3665 4800
fapesc@fapesc.sc.gov.br
www.fapesc.sc.gov.br

04. Descrição do projeto

Resumo do projeto

O presente projeto integra o desenvolvimento de pesquisa básica e pesquisa aplicada na área de plasmas frios, fora do equilíbrio termodinâmico. Por se tratar de um projeto "guarda-chuva" que congrega vários pesquisadores do grupo de plasma da UDESC, os quais atuam em diferentes áreas correlatas, os temas abordados são convergentes para estudos fundamentais e aplicados a processos de tratamentos de materiais por plasma. Na área de estudos fundamentais de plasma são propostos temas de investigação do processo de geração de partículas carregadas (elétrons e íons) e da distribuição de energia associada a essas partículas. Esse estudo é realizado através de medidas com sondas eletrostáticas e através de simulação computacional do processo de descarga elétrica através dos gases, ou seja, do processo de geração do plasma. As principais variáveis investigadas no processo de geração do plasma serão: a forma de onda da tensão usada para a alimentação do plasma, os campos elétrico e magnético aplicados ao meio gasoso e as variáveis termodinâmicas como pressão e temperatura do gás. Pelo lado de aplicações, serão desenvolvidos subprojetos na área de funcionalização de nanotubos de carbono para atuarem como reforços em materiais compósitos nanoestruturados, funcionalização de superfícies de polímeros usados na indústria têxtil para melhor aderência de corantes; tratamento de superfícies de metais através da geração de camadas de óxidos e/ou nitretos resistentes à corrosão e ao desgaste; deposição de filmes finos baseados em materiais nobres como titânio, nióbio, cobalto (dentre outros) com o objetivo de criar novos materiais com propriedades fotocatalíticas, autolimpantes, fotosensíveis, magneticamente moles e com diferentes propriedades elétricas como semicondutores ou dielétricas. Esses materiais encontram aplicações em áreas como resistência ao desgaste, resistência à corrosão, energia renovável (como células fotovoltaicas), materiais elétricos, como núcleos de transformadores e motores elétricos, materiais para refrigeração magnética e, em geral, materiais que demandam alta performance das propriedades de superfície. Os projetos temáticos que integram o projeto "guarda-chuva" são: Diagnóstico e simulação de plasmas gerados em descargas magnetron; desenvolvimento de nanocompósitos híbridos de blendas poliméricas; Obtenção e caracterização de filmes de TiAlN obtidos por deposição reativa via pulverização catódica; Ciência e tecnologias de plasmas: estudos fundamentais e aplicados à ciência e engenharia de superfície.

Justificativa

O avanço de diversas tecnologias atuais está diretamente ligado ao estudo e aperfeiçoamento da ciência de materiais. Dentre os diferentes ramos desta área, o tratamento de superfícies e a deposição de filmes por plasma tem crescido significativamente, devido às possibilidades de controle do processo que advém das características do plasma, como a maior reatividade química e diferentes modos de transferência de energia. Por conta do interesse para áreas da física aplicada, atualmente o tratamento de superfícies por plasma é um dos ramos que mais crescem na física de plasma e tem uma posição de destaque no campo da ciência de superfície. No Brasil e, particularmente, no estado de Santa Catarina há grande demanda por materiais com as propriedades superficiais acima discutidas. Podemos citar diferentes áreas do setor produtivo como: indústria metal mecânica, indústria de motores elétricos, indústria têxtil, indústria de alimentos, indústria de transformação de polímeros, dentre outras. Destacamos também o caráter ambiental “verde” dos processos a plasma, visto que o estado de plasma é gerado por campos

Parque Tecnológico ALFA - Rodovia José Carlos Daux 600 (SC 401), Km 01 - Módulo 12A
Prédio CELTA/FAPESC - 5º Andar - Bairro João Paulo - CEP 88030-902 - Florianópolis/SC - Brasil
+55 (48) 3665 4800
fapesc@fapesc.sc.gov.br
www.fapesc.sc.gov.br

eletromagnéticos e não necessitam de catalizadores para a promoção de reações fisico-químicas, de modo que é um processo que não gera rejeitos químicos e, portanto, é um processo ambientalmente limpo.

Aplicabilidade dos resultados e potenciais impactos
O desenvolvimento de pesquisa sobre plasma tem tido crescimento expressivo em diversos países, mais notadamente nos países europeus, EUA, China, Japão e Coreia. Esse crescente interesse em plasma se deve às suas diversas possibilidades de aplicações tecnológicas e por se tratar de um processo não poluente. Portanto há muitas possíveis aplicações tecnológicas nos diferentes ramos das indústrias catarinenses e brasileiras. Destacamos algumas aplicações a serem estudadas neste projeto, indicando os possíveis impactos na indústria: 1- Tratamento de oxidação de aços baixo carbono para geração de camadas dielétricas: aplicação em motores elétricos e transformadores de alto desempenho, para a eliminação de correntes parasitas durante as transições temporais de campos magnéticos. 2- Tratamento de polímeros por plasma: Funcionalização de superfícies para melhorar a aderência de pigmentos durante o tingimento de tecidos e outros materiais poliméricos. Com isso, estima-se economizar até 90% de água durante o tingimento de tecidos, o que teria impacto em toda a indústria têxtil catarinense. 3- Desenvolvimento de novos materiais nano estruturados, com a adição de nanopartículas funcionalizadas por plasma. Diversas indústrias e usuários de materiais de alta resistência e baixa densidade tem grande interesse nesse tipo de material. 4- Materiais fotocatalíticos e autolimpantes: toda a indústria de vidros e materiais que exigem alto grau de limpeza, como materiais hospitalares, pode ser beneficiados por esse ramo de desenvolvimento. 5- Desenvolvimento de superfícies de alta dureza, resistência ao impacto e estabilidade química para aplicações na área de tribologia. 6- Formação de recursos humanos em nível de iniciação científica, mestrado e doutorado.

Objetivo geral
Desenvolvimento de materiais com propriedades e funcionalidades específicas da superfície, através de tratamentos por plasma. Exemplos da funcionalidade superficial dos materiais são: elevada dureza, resistência ao desgaste, resistência à corrosão, superfícies autolimpantes, superfícies fotocatalíticas, materiais biocompatíveis, materiais bactericidas; propriedade ópticas, elétricas e magnéticas de superfícies.

Objetivos específicos
• Avaliar o efeito da funcionalização de nano cargas de carbono ativadas por plasma na dispersão em diferentes matrizes poliméricas.

• Avaliar o efeito da funcionalização de superfície por plasma em polímeros;

• Caracterizar as propriedades físicas, químicas, elétricas e mecânicas, por diferentes técnicas, de materiais com superfícies tratados por plasma;

Desenvolvimento de fontes para geração de plasma

Determinar a orientação cristalográfica dos grãos de materiais tratados por plasma, por meio da técnica de difração de elétrons retro espalhados (EBSD).

Estudar a oxidação de superfície para aplicações em chapas metálicas de núcleos de motores

Parque Tecnológico ALFA - Rodovia José Carlos Daux 600 (SC 401), Km 01 - Módulo 12A
Prédio CELTA/FAPESC - 5º Andar - Bairro João Paulo - CEP 88030-902 - Florianópolis/SC - Brasil
+55 (48) 3665 4800
fapesc@fapesc.sc.gov.br
www.fapesc.sc.gov.br

elétricos. O objetivo dessas camadas é a obtenção de camadas isolantes e magneticamente mole (camadas com alta permeabilidade inicial e baixa coercividade).

• Fazer a caracterização ótica do plasma por espectroscopia óptica e caracterização elétrica por sonda eletrostática.

• Formação de recursos humanos em nível IC, Mestrado, Doutorado e pós-doutorado.

• Obtenção de filmes nano estruturados de TiO2, TiO2:Nb e TiO2:Co (depositados por plasma pulsado de alta potência). Correlacionar as propriedades de fotocatálise, hidrofilicidade fotoinduzida e aderência filme/substrato com as condições de deposição (principalmente a energia fornecida ao substrato, pelo bombardeamento iônico, durante a deposição dos filmes); • Verificar a influência dos parâmetros do plasma nas propriedades mecânicas (dureza e módulo de elasticidade) em filmes de TiAlN e TiAlN:Nb, em função da orientação cristalográfica e da estrutura cristalina dos filmes.

• Promover maior interação universidade empresa através de pesquisa aplicada.

• Publicação de artigos científicos em revistas com alto fator de impacto e produção de patentes, quando cabível.

• Revisão bibliográfica

05. Etapas e metas

Cronograma projeto

Etapa 1 | Início 5/2023 | Fim 12/2023

Titulo
Seleção de estudantes de mestrado e doutorado

Descrição
Seleção de estudante para desenvolver diferentes planos de trabalho relacionados ao projeto.

Metas da etapa
Selecinar pelo menos 2 estudantes de doutorado e 2 de mestrado, além de estudantes de iniciação científica

Objetivos específicos
• Formação de recursos humanos em nível IC, Mestrado, Doutorado e pós-doutorado.

Etapa 2 | Início 6/2023 | Fim 12/2024

Titulo
Revisão Bibliográfica

Parque Tecnológico ALFA - Rodovia José Carlos Daux 600 (SC 401), Km 01 - Módulo 12A
Prédio CELTA/FAPESC - 5º Andar - Bairro João Paulo - CEP 88030-902 - Florianópolis/SC - Brasil
+55 (48) 3665 4800
fapesc@fapesc.sc.gov.br
www.fapesc.sc.gov.br

Descrição
A revisão bibliográfica é uma atividade constante e será realizada pelos estudantes e orientadores vinculados ao projeto. A revisão será baseada em livros e artigos científicos relevantes para cada tema de pesquisa. A revisão bibliográfica será socializada entre os membros do grupo através da apresentação de seminários, cuja periodicidade poderá ser quinzenal ou mensal.

Metas da etapa
Realização de pelo menos 24 encontros para discutir os principais artigos de revisão sobre os objetivos da pesquisa.

Objetivos específicos
• Formação de recursos humanos em nível IC, Mestrado, Doutorado e pós-doutorado. • Revisão bibliográfica

Etapa 3	Início	Fim
	9/2023	3/2025

Titulo
Tratamento termoquimico de superfícies por plasma

Descrição
Tratamentos termoquímicos de superfícies metálicas, através de plasma pulsado bipolar de alta intensidade. Os principais tratamentos são nitretação e oxidação por plasma. O primeiro tem por objetivo melhorar propriedades mecânicas de superfícies e o segundo tem por objetivo a melhoria de propriedades elétricas e magnéticas de superfícies. Superfícies oxidadas tem aplicações em sistemas elétricos como motores e transformadores, para melhoria da eficiência energética.

Metas da etapa
Formação de pelo menos um doutor, um mestre e dois alunos de IC; Publicação de pelo menos 2 artigos científicos

Objetivos específicos
• Caracterizar as propriedades físicas, químicas, elétricas e mecânicas, por diferentes técnicas, de materiais com superfícies tratados por plasma; Determinar a orientação cristalográfica dos grãos de materiais tratados por plasma, por meio da técnica de difração de elétrons retro espalhados (EBSD). Estudar a oxidação de superfície para aplicações em chapas metálicas de núcleos de motores elétricos. O objetivo dessas camadas é a obtenção de camadas isolantes e magneticamente mole (camadas com alta permeabilidade inicial e baixa coercividade). • Fazer a caracterização ótica do plasma por espectroscopia óptica e caracterização elétrica por sonda eletrostática. • Formação de recursos humanos em nível IC, Mestrado, Doutorado e pós-doutorado. • Promover maior interação universidade empresa através de pesquisa aplicada. • Publicação de artigos científicos em revistas com alto fator de impacto e produção de patentes, quando cabível.

Etapa 4	Início	Fim
	10/2023	4/2025

Parque Tecnológico ALFA - Rodovia José Carlos Daux 600 (SC 401), Km 01 - Módulo 12A
Prédio CELTA/FAPESC - 5º Andar - Bairro João Paulo - CEP 88030-902 - Florianópolis/SC - Brasil
+55 (48) 3665 4800
fapesc@fapesc.sc.gov.br
www.fapesc.sc.gov.br

Titulo
Deposição de filmes por sputtering

Descrição
Deposição de filmes funcionais com propriedades específicas nas áreas de óptica, mecânica, magnetismo e eletricidade.

Metas da etapa
Formação de um mestre, um doutor e um estudante de IC; Produção de dois artigos

Objetivos específicos
• Caracterizar as propriedades físicas, químicas, elétricas e mecânicas, por diferentes técnicas, de materiais com superfícies tratados por plasma; Desenvolvimento de fontes para geração de plasma Determinar a orientação cristalográfica dos grãos de materiais tratados por plasma, por meio da técnica de difração de elétrons retro espalhados (EBSD). • Fazer a caracterização ótica do plasma por espectroscopia óptica e caracterização elétrica por sonda eletrostática. • Formação de recursos humanos em nível IC, Mestrado, Doutorado e pós-doutorado. • Obtenção de filmes nano estruturados de TiO2, TiO2:Nb e TiO2:Co (depositados por plasma pulsado de alta potência). Correlacionar as propriedades de fotocatálise, hidrofilicidade fotoinduzida e aderência filme/substrato com as condições de deposição (principalmente a energia fornecida ao substrato, pelo bombardeamento iônico, durante a deposição dos filmes); • Verificar a influência dos parâmetros do plasma nas propriedades mecânicas (dureza e módulo de elasticidade) em filmes de TiAlN e TiAlN:Nb, em função da orientação cristalográfica e da estrutura cristalina dos filmes. • Promover maior interação universidade empresa através de pesquisa aplicada. • Publicação de artigos científicos em revistas com alto fator de impacto e produção de patentes, quando cabível.

Etapa 5	Início	Fim
	10/2023	4/2025

Titulo
Funcionalização de de nanopartículas por plasma

Descrição
Avaliar a influência dos parâmetros de plasma aplicados nas mudanças da morfologia e das propriedades físico-químicas de nano cargas de carbono; Avaliar o efeito da funcionalização das nano cargas de carbono na dispersão em diferentes matrizes poliméricas.

Metas da etapa
Formação de um doutor, um mestre e um estudante de IC; Publicação de dois artigos; Pesquisa em cooperação com a indústria.

Objetivos específicos
• Avaliar o efeito da funcionalização de nano cargas de carbono ativadas por plasma na dispersão em diferentes matrizes poliméricas. • Avaliar o efeito da funcionalização de superfície por plasma em polímeros; • Caracterizar as propriedades físicas, químicas, elétricas e mecânicas, por diferentes técnicas, de materiais com superfícies tratados por plasma; Desenvolvimento de fontes para geração de plasma • Fazer a caracterização ótica do plasma por espectroscopia óptica e

Parque Tecnológico ALFA - Rodovia José Carlos Daux 600 (SC 401), Km 01 - Módulo 12A
Prédio CELTA/FAPESC - 5º Andar - Bairro João Paulo - CEP 88030-902 - Florianópolis/SC - Brasil
+55 (48) 3665 4800
fapesc@fapesc.sc.gov.br
www.fapesc.sc.gov.br

caracterização elétrica por sonda eletrostática. • Formação de recursos humanos em nível IC, Mestrado, Doutorado e pós-doutorado. • Promover maior interação universidade empresa através de pesquisa aplicada. • Publicação de artigos científicos em revistas com alto fator de impacto e produção de patentes, quando cabível.

Etapa 6	Início	Fim
	11/2023	5/2025

Titulo
Caracterização física e química do estado de plasma usado em tratamento e processamento de materiais

Descrição
Realizar medias de espectroscopia ótica e sondas eletrostáticas para conhecer as características físico-químicas dos estados de plasma. Fazer uma correlação com os resultados obtidos nas aplicações para tratamento de materiais.

Metas da etapa
Caracterizar os estados de plasma produzidos por 3 diferentes métodos: 1- Plasma bipolar pulsado; 2- Plasma RF constituído por moléculas orgânicas; 3- plasma confinado em gaiola catódica..

Objetivos específicos
Desenvolvimento de fontes para geração de plasma • Fazer a caracterização ótica do plasma por espectroscopia óptica e caracterização elétrica por sonda eletrostática. • Publicação de artigos científicos em revistas com alto fator de impacto e produção de patentes, quando cabível.

06. Resultados esperados

Principal

Grupos de pesquisa	Quantidade
Apoio a grupos de pesquisa consolidados	1

Outros resultados

Produção bibliográfica	Quantidade
Artigos publicados em periódicos e revistas científicas nacionais	1
Artigos publicados em periódicos e revistas científicas internacionais	2

Produção técnica	Quantidade
Nova metodologia	1

	Quantidade
Inserção social	

Parque Tecnológico ALFA - Rodovia José Carlos Daux 600 (SC 401), Km 01 - Módulo 12A
Prédio CELTA/FAPESC - 5º Andar - Bairro João Paulo - CEP 88030-902 - Florianópolis/SC - Brasil
+55 (48) 3665 4800
fapesc@fapesc.sc.gov.br
www.fapesc.sc.gov.br

Inserção social	Quantidade
Melhorias na educação	1

Processos e produtos	Quantidade
Processos melhorados	1

Pós-graduação	Quantidade
Profissionais com título de mestrado atendidos	2
Profissionais com título de doutorado atendidos	1

Graduação	Quantidade
Alunos de Graduação (tecnologia) atendidos	2

Divulgação/difusão de produção técnica e científica	Quantidade
Trabalhos apresentados em eventos nacionais	2
Trabalhos apresentados em eventos internacionais	1

Atividades/Produtos do Evento	Quantidade
Apresentação de trabalhos orais (no evento)	1
Apresentação de trabalhos em posters (no evento)	2
Minicursos	1

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)	Quantidade
9 Indústria, inovação e infraestrutura	1

Participantes do evento	Quantidade
Pesquisadores	1
Professores	1
Estudantes	2

Formação	Quantidade
Orientações e teses em andamento	1
Orientações e dissertações em andamento	2

07. Equipe do projeto

Coordenador

Nome: Luis César Fontana
CPF: 618.229.579-15 | Email: luis.fontana@udesc.br
Instituição de vínculo: 83.891.283/0001-36 - Universidade do Estado de Santa Catarina

Parque Tecnológico ALFA - Rodovia José Carlos Daux 600 (SC 401), Km 01 - Módulo 12A
Prédio CELTA/FAPESC - 5º Andar - Bairro João Paulo - CEP 88030-902 - Florianópolis/SC - Brasil
+55 (48) 3665 4800
fapesc@fapesc.sc.gov.br
www.fapesc.sc.gov.br

Nível formação: Pós-Doutorado
Função no projeto: Coordenador
Dedicará 40h mensais ao projeto durante 24 meses.
Atividades desempenhadas: Agendar e coordenar reuniões de acompanhamento e planejamento dos trabalhos;
Coordenar a aquisição de bens, serviços e materiais de consumo destinados ao projeto;
Realizar experimentos na área de deposição de filmes finos e tratamento de materiais por plasma;
Produzir, revisar e discutir artigos científicos junto aos estudantes e demais membros do projeto;
Orientar estudantes em nível de IC, Mestrado e Doutorado; Supervisionar estágios de pós-doutorado, se necessário;
Fazer contatos com representantes do setor produtivo com vistas à cooperação universidade/empresas;
Fazer relatórios e prestação de contas para os órgãos financiadores
Endereço: Rua Henrique Miers, nº 226, Ap 601, Costa e Silva, Joinville - Santa Catarina
CEP: 89218600
Telefone: +55 (47) 34817966, Celular: +55 (47) 999632426

Equipe

Nome: Daniela Becker
CPF: 023.225.759-09 | Email: danibkr@gmail.com
Instituição de vínculo: 83.891.283/0001-36 - Universidade do Estado de Santa Catarina
Nível formação: Doutorado
Função no projeto: Professor
Dedicará 40h mensais ao projeto durante 24 meses.
Atividades desempenhadas: Desenvolvimento de pesquisa ná área de tratamento de polímeros por plasma, análise por microscopia eletrônica de transmissão, orientação de estudantes de IC, mestrado e doutorado. Escrever e revisar artigos.

Nome: Abel André Candido Recco
CPF: 920.624.589-91 | Email: abel.recco@udesc.br
Instituição de vínculo: 83.891.283/0001-36 - Universidade do Estado de Santa Catarina
Nível formação: Doutorado
Função no projeto: Professor
Dedicará 40h mensais ao projeto durante 24 meses.
Atividades desempenhadas: Tratamento termoquímico de superfície de materiais por plasma; análise de materiais através de microscopia de força atômica,
Microscopia eletrônica de varredura e difração de raios x; orientação de estudantes de IC, mestrado e doutorado. Escrever e revisar artigos.

Nome: Julio César Sagás
CPF: 044.396.219-70 | Email: julio.sagas@udesc.br
Instituição de vínculo: 83.891.283/0001-36 - Universidade do Estado de Santa Catarina

Nível formação: Doutorado
Função no projeto: Professor
Dedicará 40h mensais ao projeto durante 24 meses.
Atividades desempenhadas: Deposição de filmes por sputtering, caracterização eletrica e magnética de materiais, caracterização de superfícies por goniometria, caracterização de plasma por sonda eletrostática, orientação de estudantes de IC e mestrado. Escrever e revisar artigos.

Nome: Jacimar Nahorny
CPF: 479.584.219-15 | Email: dfi2jan@joinville.udesc.br
Instituição de vínculo: 83.891.283/0001-36 - Universidade do Estado de Santa Catarina
Nível formação: Doutorado
Função no projeto: Professor
Dedicará 30h mensais ao projeto durante 24 meses.
Atividades desempenhadas: Diagnóstico de plasma através de espectroscopia ótica; orientação de estudantes de IC; escrever e revisar artigos.

Nome: Danielle Bond
CPF: 803.832.119-72 | Email: daniellebond80@gmail.com
Instituição de vínculo: 83.891.283/0001-36 - Universidade do Estado de Santa Catarina
Nível formação: Doutorado
Função no projeto: Professor
Dedicará 10h mensais ao projeto durante 24 meses.
Atividades desempenhadas: Caracterização de materiais por microscopia óptica e propriedades mecânicas.

Nome: Teresa Tromm Steffen
CPF: 087.546.739-33 | Email: teresa.ts@udesc.br
Instituição de vínculo: 83.891.283/0001-36 - Universidade do Estado de Santa Catarina
Nível formação: Doutorado
Função no projeto: Pesquisador
Dedicará 10h mensais ao projeto durante 24 meses.
Atividades desempenhadas: Caracterização de materiais por XPS; Funcionalização de nanopartículas por plasma

Nome: Aline da Rosa Almeida
CPF: 069.279.739-40 | Email: alinerosaufpr@gmail.com
Instituição de vínculo: 83.891.283/0001-36 - Universidade do Estado de Santa Catarina
Nível formação: Doutorado
Função no projeto: Pesquisador
Dedicará 160h mensais ao projeto durante 12 meses.
Atividades desempenhadas: Funcionalização de superfícies de polímeros por plasma; Caracterização de polímeros por diferentes técnicas como: goniometria, microscopia eletrônica de

Parque Tecnológico ALFA - Rodovia José Carlos Daux 600 (SC 401), Km 01 - Módulo 12A
Prédio CELTA/FAPESC - 5º Andar - Bairro João Paulo - CEP 88030-902 - Florianópolis/SC - Brasil
+55 (48) 3665 4800
fapesc@fapesc.sc.gov.br
www.fapesc.sc.gov.br

varredura; xps e FTIR.

08. Despesas do projeto

Despesa	FAPESC (em R$)	Contrapartida (em R$)	Total (em R$)
Capital	**R$ 100.500,00**	**R$ 0,00**	**R$ 100.500,00**
Equipamentos e material permanente	R$ 100.500,00	R$ 0,00	R$ 100.500,00
Equipamentos e materiais permanentes, nacionais e importados	R$ 100.500,00	R$ 0,00	R$ 100.500,00
Corrente	**R$ 41.659,43**	**R$ 0,00**	**R$ 41.659,43**
Diárias	R$ 2.295,00	R$ 0,00	R$ 2.295,00
Diárias para viagens no país	R$ 2.295,00	R$ 0,00	R$ 2.295,00
material de consumo nacional ou importado	R$ 26.014,43	R$ 0,00	R$ 26.014,43
Material para laboratório	R$ 26.014,43	R$ 0,00	R$ 26.014,43
Serviços de terceiros e encargos	R$ 8.650,00	R$ 0,00	R$ 8.650,00
Outros serviços de terceiros-pessoa jurídica	R$ 650,00	R$ 0,00	R$ 650,00
Passagens e despesas com locomoção	R$ 4.700,00	R$ 0,00	R$ 4.700,00
Passagens para o país	R$ 4.700,00	R$ 0,00	R$ 4.700,00
Total de despesas do projeto	**R$ 142.159,43**	**R$ 0,00**	**R$ 142.159,43**

Despesas solicitadas
Equipamentos e materiais permanentes, nacionais e importados Categoria: Capital

Qtde.: 1 Valor unitário: R$ 100.500,00 Total: R$ 100.500,00

Fonte do recurso:
Universidade do Estado de Santa Catarina
Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina

Justificativa:
1- Bomba de vácuo seca tipo scrool. Usado em câmaras de vácuo para produzir plasma de alta pureza.2- Bomba de vácuo selada a óleo, usada em sistemas de filtragem.3- Sonicador de alta potência. Usado para homogeneização de soluções com nanopartículas. Soluções com nanopartículas em suspensão, são usadas para produzir plasma em meio líquido e suas aplicações em síntese e tratamento de novos materiais. 4- Fontes para controle de fluxímetros e sensores de pressão.

Diárias para viagens no país Categoria: Corrente

Parque Tecnológico ALFA - Rodovia José Carlos Daux 600 (SC 401), Km 01 - Módulo 12A
Prédio CELTA/FAPESC - 5º Andar - Bairro João Paulo - CEP 88030-902 - Florianópolis/SC - Brasil
+55 (48) 3665 4800
fapesc@fapesc.sc.gov.br
www.fapesc.sc.gov.br

Qtde.: 1 Valor unitário: R$ 2.295,00 Total: R$ 2.295,00

Fonte do recurso:
Universidade do Estado de Santa Catarina
Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina

Justificativa:
Viagens para participação em congresso e realização de experimentos ou caracterização de amostras em outras instituições, de participantes do presente projeto de pesquisa.15 diárias no valor de R$153,00, conforme tabela do governo do estado de Santa Catarina, totalizando R$2.295,00

Material para laboratório Categoria: Corrente

Qtde.: 1 Valor unitário: R$ 26.014,43 Total: R$ 26.014,43

Fonte do recurso:
Universidade do Estado de Santa Catarina
Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina

Justificativa:
- Aquisição de acessórios para vácuo (válvulas, fluxímetros, sensores de pressão, flanges, tubos, seladores, lubrificantes e conexões)- Aquisição de material elétrico para montagem experimental.- Aquisição de alvos para pulverização catódica- Aquisição de materiais metálicos, polímeros, semicondutores e cerâmicos para confecção de amostras e para montagem de experimentos.- Aquisição de reagentes químicos para realização de experimentos.

Outros serviços de terceiros-pessoa jurídica Categoria: Corrente

Qtde.: 1 Valor unitário: R$ 8.000,00 Total: R$ 8.000,00

Fonte do recurso:
Universidade do Estado de Santa Catarina
Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina

Justificativa:
Serviços de montagem de fontes para a geração de plasma;Serviços de usinagem, solda, corte e retífica, para construção de dispositivos experimentais. Serviços de instalação de sistemas de vácuo, redes de ar comprimido, gases especiais, sistemas de refrigeração e outros equipamentos usados no laboratório.Serviço de caracterização de amostras.

Outros serviços de terceiros-pessoa jurídica Categoria: Corrente

Qtde.: 1 Valor unitário: R$ 650,00 Total: R$ 650,00

Fonte do recurso:
Universidade do Estado de Santa Catarina
Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina

Parque Tecnológico ALFA - Rodovia José Carlos Daux 600 (SC 401), Km 01 - Módulo 12A
Prédio CELTA/FAPESC - 5º Andar - Bairro João Paulo - CEP 88030-902 - Florianópolis/SC - Brasil
+55 (48) 3665 4800
fapesc@fapesc.sc.gov.br
www.fapesc.sc.gov.br

Justificativa:
Pagamento de inscrição em congresso científico, com apresentação de trabalho desenvolvido no escopo do projeto. Congresso: XLV Congresso Brasileiro de Aplicações de Vácuo na Indústria e na Ciência (CBrAVIC)

Passagens para o país Categoria: Corrente

Qtde.: 1 Valor unitário: R$ 4.700,00 Total: R$ 4.700,00

Fonte do recurso:
Universidade do Estado de Santa Catarina
Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina

Justificativa:
Passagem para realização de experimentos em outras instituições e participação em congressos, dos membros do presente projeto.

09. Cronograma de repasse

Despesas correntes

Parcela	Mês de desembolso	Valor (em R$)
1	1	R$ 41.009,43

Despesas de capital

Parcela	Mês de desembolso	Valor (em R$)
1	1	R$ 100.500,00

10. Assinaturas

MANIFESTAÇÃO DO(A) BENEFICIÁRIO(A)

Na qualidade de Beneficiário(a), peço deferimento ao que é solicitado para fins de desenvolver o Projeto de Pesquisa Científica e/ou Tecnológica “Processos de plasma para síntese, transformação e fabricação de novos materiais”, apresentado na **Chamada Pública Nº 48/2022**.

_____ _____

Local e data Assinatura do(a) Beneficiário(a) do Projeto

Parque Tecnológico ALFA - Rodovia José Carlos Daux 600 (SC 401), Km 01 - Módulo 12A
Prédio CELTA/FAPESC - 5º Andar - Bairro João Paulo - CEP 88030-902 - Florianópolis/SC - Brasil
+55 (48) 3665 4800
fapesc@fapesc.sc.gov.br
www.fapesc.sc.gov.br

MANIFESTAÇÃO DA INSTITUIÇÃO PROPONENTE

Na qualidade de representante legal da Instituição Proponente, manifestamos nossa concordância com a proposta submetida.

Local e data	Assinatura do(a) Representante Legal da Proponente

DEFERIMENTO PELA FAPESC

Local e data	Assinatura do Presidente da FAPESC

Projeto:
Processos de plasma para síntese, transformação e fabricação de novos materiais
Termo de outorga de apoio financeiro Nº 2023TR000258
Chamada Pública FAPESC Nº 48/2022

Parque Tecnológico ALFA - Rodovia José Carlos Daux 600 (SC 401), Km 01 - Módulo 12A
Prédio CELTA/FAPESC - 5º Andar - Bairro João Paulo - CEP 88030-902 - Florianópolis/SC - Brasil
+55 (48) 3665 4800
fapesc@fapesc.sc.gov.br
www.fapesc.sc.gov.br

EDITAL DE CHAMADA PÚBLICA FAPESC Nº 48/2022 APOIO À INFRAESTRUTURA PARA GRUPOS DE PESQUISA DA UDESC

Termo de Outorga Nº: 2023TR000258
Protocolo de Entrada Nº: FAPESC 820/2023
Protocolo EFAP: EFAP700231

PLANO DE TRABALHO

OPORTUNIDADE DE FOMENTO À PESQUISA COLABORATIVA FAPESC - FAPESP – 16/2019

SCAFFOLDS BIOATIVOS COM MODIFICAÇÃO SUPERFICIAL POR PLASMA

01. Beneficiário

Nome Daniela Becker	Data de nascimento 27/06/1978	
CPF 023.225.759-09	Nacionalidade Brasileira	
RG 22741151	Órgão emissor RG SSP	UF de emissão Não informado
Titulação Doutorado	Profissão Professora	
Endereço Rua Eduardo Trinks	Número 63	Complemento apt 503
Bairro América	CEP 89204380	
Município Joinville	UF Santa Catarina	
E-mail danibkr@gmail.com	Telefone (47) 38010433	Celular Não informado

02. Instituições participantes

Responsável pela execução do projeto e pelo recebimento do recurso
Pesquisador (pessoa física)

CNPJ 83.891.283/0001-36	Proponente Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)
CPF 824.161.769-00	Representante Dilmar Baretta

Instituições intervenientes

CNPJ 45.358.058/0001-40	Parceira Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

Parque Tecnológico ALFA - Rodovia José Carlos Daux 600 (SC 401), Km 01 - Módulo 12A
Prédio CELTA/FAPESC - 5º Andar - Bairro João Paulo - CEP 88030-902 - Florianópolis/SC - Brasil
+55 (48) 3665 4800
fapesc@fapesc.sc.gov.br
www.fapesc.sc.gov.br

CPF	Representante
	Não informado

03. Identificação do projeto

Título do projeto
Scaffolds Bioativos com Modificação Superficial por Plasma

Finalidade
Contribuição científica de fronteira relativa ao processo de produção scaffolds bioativos utilizando a técnica de manufatura aditiva, impressão 3D. Desenvolvimento de produtos tecnológicos para área médica. Formação de recursos humanos em diferentes níveis de ensino, discentes de pós-graduação e graduação, voltados à nanotecnologia, para atender aos setores acadêmico e industrial, estão previstos neste projeto a orientação de 02 mestres e de 04 alunos de iniciação científica. Aumento de produtividade técnico-científica dos pesquisadores envolvidos, na forma de publicações em periódicos científicos e congressos, nacionais e internacionais - prevê-se a publicação de 04 artigos científicos e 06 comunicações em congressos. Consolidação de cooperação acadêmica dos pesquisadores UDESC com os pesquisadores da UFSCar. Transferência tecnológica para empresas do setor e consequente geração de produtos de alto valor agregado e geração de riquezas.

Website do projeto
Não informado

Palavras-chave
PLA; cargas cerâmicas bioativas; scaffolds; manufatura aditiva; plasma.

Área do conhecimento
Polímeros, Aplicações

Setor CNAE
Fabricação de artefatos de material plástico para outros usos não especificados anteriormente

Principal município da realização da pesquisa
Joinville

Agência de desenvolvimento regional
Agência de Desenvolvimento Regional de Joinville

Público alvo

Redes de Pesquisa - Redes de pesquisa (vários grupos de diversas instituições)
Neste projeto serão beneficiados os seguintes grupos de pesquisas cadastrados no CNPq: Plasma (LabPlasma) e NIPol - Núcleo Interdisciplinar de Polímeros da UDESC, Blendas e Compósitos e Membranas, Filmes e Barreiras Poliméricas da UFSCar. A equipe do projeto envolve alunos de graduação e pós-graduação, pesquisadores docentes da UDESC e UFSCar.

Parque Tecnológico ALFA - Rodovia José Carlos Daux 600 (SC 401), Km 01 - Módulo 12A
Prédio CELTA/FAPESC - 5º Andar - Bairro João Paulo - CEP 88030-902 - Florianópolis/SC - Brasil
+55 (48) 3665 4800
fapesc@fapesc.sc.gov.br
www.fapesc.sc.gov.br

Estes grupos de pesquisa estão vinculados aos Programas de Pós-Graduação de mestrado e doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais e de mestrado em Química Aplicada e de graduação de engenharia mecânica, produção, química e física da UDESC, Programa de Pós-Graduação de mestrado e doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais e de graduação em engenharia dos materiais da UFSCar. A viabilidade e operacionalidade desta rede de pesquisa proposta está fundamentada na competência e a experiência prévia dos coordenadores dos projetos FAEPSC e FAPESP e da equipe, demonstrados pela regularidade na formação de recursos humanos e na produção científica da equipe que nos últimos cinco anos publicou mais de 85 artigos científicos divulgados em veículos qualificado. A criação desta rede de pesquisa, irá permitir que as duas linhas de pesquisa, funcionalização e modificação de superfície por plasma (UDESC) e produção de scaffolds de PLA biativos (UFSCar), se tornem complementares e permitam a expansão de novas aplicações para ambas as equipes. Que aliada à distribuição dos membros nos dois pilares da proposta, minimiza o risco técnico do projeto – característica intrínseca de projetos de caráter inovador - e denota a adequação da equipe às necessidades do projeto. A aprovação da presente proposta induzirá a formação de uma nova rede de pesquisa na produção de scaffolds bioativos, fixando novos pesquisadores nesta temática. Esta Rede de Pesquisa é composta por 08 (oito) pesquisadores vinculados a IES de Santa Catarina e de São Paulo

04. Descrição do projeto

Resumo do projeto

O número crescente de procedimentos ortopédicos para reparações ósseas decorrentes do aumento expectativa de vida da população ou de traumas por acidentes é um problema que afeta todos os países. Nos EUA, quase um milhão de procedimentos de enxerto ósseo são realizados anualmente e o país apresenta uma taxa de crescimento de quase 13% aa [1]. Neste contexto têm sido desenvolvidos novos procedimentos cirúrgicos assim como novos materiais para reparações ósseas. Uma das alternativas de grande destaque é o desenvolvimento de scaffolds. Estes podem ser de metais, cerâmicas ou polímeros e devem mimetizar a matriz extracelular natural do osso (arquitetura, bioquímica e propriedades mecânicas), de modo a possibilitar a ligação, proliferação e diferenciação de células. Uma das formas de se produzir scaffolds com propriedades mecânicas adequadas e que apresentem comportamento bioativo, consiste na produção de compósitos de polímero biocompatível/bioabsorvível com cargas cerâmicas bioativas, como biovidros, hidroxiapatita (HA), -fosfato tricálcio (TCP) e óxidos metálicos (ZnO). Dessa forma, são unidas as características de biocompatibilidade e biodegradabilidade do polímero e de biocompatibilidade, bioatividade dessas cargas cerâmicas. Compósitos híbridos com a adição de partículas de Ag ou MgO, por exemplo, podem também conferir aos scaffolds características antibactericidas, além da biocompatibilidade e biodegradabilidade. Técnicas convencionais de produção de compósitos de polímeros/cargas cerâmicas geralmente empregam elevadas temperaturas e cisalhamento que, na presença de certas cargas bioativas, podem levar à severa degradação da matriz polimérica. Neste projeto as cargas bioativas e bactericidas serão modificadas superficialmente por plasma a fim de evitar a degradação da matriz polimérica. As cargas serão modificadas com compostos orgânicos de anidrido maleico, glicidil metacrilado e ácido láctico. A confecção dos scaffolds de PLA/ cargas cerâmicas bioativas, será realizada utilizando a técnica de manufatura aditiva, impressão 3D. A superfície dos scaffods será

Parque Tecnológico ALFA - Rodovia José Carlos Daux 600 (SC 401), Km 01 - Módulo 12A
Prédio CELTA/FAPESC - 5º Andar - Bairro João Paulo - CEP 88030-902 - Florianópolis/SC - Brasil
+55 (48) 3665 4800
fapesc@fapesc.sc.gov.br
www.fapesc.sc.gov.br

modificada por plasma, a fim de melhorar a adesão e crescimento células. Desta maneira, pretende-se obter scaffolds bioativos, com morfologia controlada (tamanhos de poros que mimetizem a estrutura óssea) e que apresentem propriedades mecânicas e permeabilidade a fluídos corporais/proteínas suficientes para a aplicação em regeneração óssea.

Justificativa

O principal desafio científico e tecnológico desse projeto consiste no desenvolvimento de compósitos de PLA e cargas cerâmicas bioativas com características estruturais e morfológicas adequadas para aplicação em scaffolds produzidos através de manufatura aditiva. Para isso é necessário que o compósito apresente características reológicas adequadas ao processo, sem degradação da matriz. Assim, também é foco deste desenvolvimento a preservação da massa molar da matriz através do tratamento superficial das cargas cerâmicas bioativas por plasma. Portanto, diferentes compostos orgânicos serão utilizados na modificação superficial das cargas para avaliar o efeito delas na degradação da matriz polimérica.A porosidade, interconectividade entre poros, características superficiais como hidrofilicidade, rugosidade são características importantes para o sucesso no desenvolvimento de scaffolds. Para isso, a superfície dos scaffods serão modificadas por plasma a fim de melhorar a adesão e crescimento células, através do aumento da hidrofilicidade e rugosidade da superfície. A análise da influência do tratamento superficial da carga e da superfície do scaffold na bioatividade será realizada, assim como o estudo das propriedades mecânicas, térmicas e a morfologias dos compósitos de PLA/ cargas cerâmicas bioativas com diferentes teores de biosilicatos, ZnO e MgO. Além disso, buscar-se-á melhores condições de processo para a impressão 3D, estudando-se a influência de parâmetros de impressão, como velocidade de impressão, espessura de deposição de camada, padrão de preenchimento e tempo de resfriamento. Com a experiência prévia do grupo da UDESC na funcionalização e modificação de superfície por plasma [23-27], do grupo da UFSCar na produção de scaffolds de PLA biativos [18; Processos FAPESP 2017/09609-9, 2017/11366-7, 2018/26060-3]. Algumas questões poderão ser respondidas neste projeto: Como a modificação química da carga pode contribuir na redução da degradação da matriz? Como o tratamento da superfície do scaffold por plasma influencia a bioatividade?Considerando o aumento da necessidade de procedimentos ortopédicos para reconstrução óssea devido a traumas, tumores, deformidades, degeneração e envelhecimento da população, a carência de pesquisas nesta área no Brasil e a experiência dos grupos de pesquisa na área na UFSCar e UDESC, propõem-se o presente projeto. A partir do objetivo de estudar a influência da modificação das cargas e da superfície dos scaffolds, pretende-se obter novos materiais com as seguintes características: scaffolds bioativos, com morfologia controlada e que apresentem propriedades mecânicas e permeabilidade a fluídos corporais/proteínas suficientes para a aplicação em regeneração óssea. Portanto, este projeto está alinhado diretamente aos objetivos de desenvolvimentos sustentável da ONU 3 (saúde e bem-estar para todos) e 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura).

Aplicabilidade dos resultados e potenciais impactos

Definir o melhor procedimento para obtenção scaffolds bioativos constituído por PLA e cargas biotivas funcionalizadas que apresente propriedades mecânicas e permeabilidade a fluídos corporais/proteínas suficientes para a aplicação em regeneração óssea. Esta tecnologia terá impacto direto na qualidade de vida da população. Acrescenta-se que indústrias do setor da saúde que se localizam em Santa Catarina e São Paulo poderão levar esta tecnologia ao mercado. Produtos com nanotecnologia embarcada, que proporcionam durabilidade de materiais implantáveis tem alto valor agregado e tem potencial de competir internacionalmente, podendo substituir produtos importados.Sedimentação de uma rede de cooperação UDESC-UFSCar na

Parque Tecnológico ALFA - Rodovia José Carlos Daux 600 (SC 401), Km 01 - Módulo 12A
Prédio CELTA/FAPESC - 5º Andar - Bairro João Paulo - CEP 88030-902 - Florianópolis/SC - Brasil
+55 (48) 3665 4800
fapesc@fapesc.sc.gov.br
www.fapesc.sc.gov.br

área de nanocompósitos para aplicações na área médica. As equipes participantes deste projeto apresentam conhecimentos complementares (Modificação de superfícies poliméricas e funcionalização de partículas por plasma – UDESC; Obtenção de scaffolds por impressão 3D - UFSCar) podendo contribuir na consolidação de uma linha interdisciplinar através da consolidação da linha de pesquisa de plasma em polímeros.Aumento de produtividade técnico-científica dos pesquisadores envolvidos, na forma de relatórios técnicos, publicações em congressos e periódicos científicos, nacionais e/ou internacionais - prevê-se a preparação de pelo menos 04 artigos científicos e 06 comunicações em congressos.Formação de recursos humanos, discentes dos programas de pós-graduação e graduação, voltados à tecnologia de compósitos/nanocompósitos para atender aos setores acadêmico e industrial e ao desenvolvimento científico na área - estão previstos neste projeto a formação no Brasil de 02 mestres e a orientação de pelo menos 04 alunos de iniciação científica.

Objetivo geral
Este projeto tem como objetivo geral de estudar a modificação superficial de nanocargas e de scaffolds utilizando o processo de plasma para obtenção de estruturas bioativas, com morfologia controlada (tamanhos de poros que mimetizem a estrutura óssea) e que apresentem propriedades mecânicas e permeabilidade a fluídos corporais/proteínas suficientes para a aplicação em regeneração óssea.

Objetivos específicos
Avaliar a influência do tratamento superficial da carga e da superfície do scaffold na bioatividade, nas propriedades mecânicas, térmicas e a morfologias dos compósitos de PLA/ cargas cerâmicas bioativas com diferentes teores de biosilicatos, ZnO e MgO.

Avaliar o efeito da modificação das cargas na degradação da matriz polimérica de PLA.

Estudar a funcionalização das cargas bioativas por diferentes processos de plasma (radiofrequência e plasma em líquido submerso) com anidrido maleico, glicidil metacrilado e ácido láctico;

Modificar superfície dos scaffods por plasma com diferentes misturas de gases, a fim de melhorar a adesão e crescimento células.

Obter scaffolds de PLA/ cargas cerâmicas bioativas, utilizando a técnica de manufatura aditiva, impressão 3D.

05. Etapas e metas

Cronograma projeto

Etapa 1	Início	Fim
	11/2020	5/2023

Titulo
Caracterização das cargas modificadas (UDESC)

Descrição

Parque Tecnológico ALFA - Rodovia José Carlos Daux 600 (SC 401), Km 01 - Módulo 12A
Prédio CELTA/FAPESC - 5º Andar - Bairro João Paulo - CEP 88030-902 - Florianópolis/SC - Brasil
+55 (48) 3665 4800
fapesc@fapesc.sc.gov.br
www.fapesc.sc.gov.br

Após a funcionalização, é necessário lavar o material para retirar o monômero não reagido para sua caracterização. Esta etapa teve que ser modificada, pois as condições inicialmente propostas, baseadas em trabalhos anteriores do grupo não obtiveram sucesso na extração de todo material não reagido. Sendo assim, esta etapa levou mais tempo que o proposto incialmente. Após vencida a etapa de lavagem, as cargas de ZnO foram caracterizadas por XPS, TG, FTIR, ângulo de contato e MET. Estes dados estão sendo analisados e discutidos, pois são parte do mestrado da aluna Larissa Aline Klok, tendo previsão de defesa dezembro/2022.

Metas da etapa
Identificar os principais parâmetros que influenciaram na funcionalização e os principais grupos funcionais inseridos

Objetivos específicos
Avaliar a influência do tratamento superficial da carga e da superfície do scaffold na bioatividade, nas propriedades mecânicas, térmicas e a morfologias dos compósitos de PLA/ cargas cerâmicas bioativas com diferentes teores de biosilicatos, ZnO e MgO. Avaliar o efeito da modificação das cargas na degradação da matriz polimérica de PLA.

Etapa 2	Início	Fim
	11/2020	5/2023

Titulo
Tratamento superficial das cargas cerâmicas por plasma (UDESC)

Descrição
Foi montado um reator exclusivo para funcionalização das cargas, que tem capacidade de funcionalizar com 2,5-3,5 g de cargas/batelada. Foi feito uma primeira batelada de funcionalização do ZnO com anidrido maleico e ácido láctico, para avaliação da influência dos parâmetros do plasma, sendo essa avaliação necessária devido ao ineditismo da técnica proposta para funcionalização de cargas cerâmicas. Para a realização da etapa posterior na UFSCar, a de incorporação da carga à uma matriz polimérica, foi necessário fazer várias bateladas de funcionalização para cada parâmetro avaliado, pois a capacidade do reator atual é menor do que a quantidade necessária para obtenção dos scaffolds. A funcionalização dos biossilicatos, suas caracterizações para então ser obtido a quantidade de cargas para a etapa posterior estão previstas para finalizar em jan/2023. A funcionalização das cargas para envio a UFSCar para a realização da próxima etapa está prevista em mar/2023.

Metas da etapa
Obter as cargas cerâmicas funcionalizadas; obter qs quantidades de cargas funcionalizadas suficientes para as próximas etapas

Objetivos específicos
Estudar a funcionalização das cargas bioativas por diferentes processos de plasma (radiofrequência e plasma em líquido submerso) com anidrido maleico, glicidil metacrilado e ácido láctico;

Parque Tecnológico ALFA - Rodovia José Carlos Daux 600 (SC 401), Km 01 - Módulo 12A
Prédio CELTA/FAPESC - 5º Andar - Bairro João Paulo - CEP 88030-902 - Florianópolis/SC - Brasil
+55 (48) 3665 4800
fapesc@fapesc.sc.gov.br
www.fapesc.sc.gov.br

Etapa 3 | Início 11/2020 | Fim 5/2023

Titulo
Revisão bibliográfica (UFSCar / UDESC)

Descrição
Realizar o levantamento bibliográfico durante o desenvolvimento do projeto para dar suporte as decisões tomadas durante o desenvolvimento das atividades indicadas no projeto

Metas da etapa
ter subsídio teórico para analisar os resultados obtidos e para confeccionar as teses, dissertações, artigos

Objetivos específicos
Avaliar a influência do tratamento superficial da carga e da superfície do scaffold na bioatividade, nas propriedades mecânicas, térmicas e a morfologias dos compósitos de PLA/ cargas cerâmicas bioativas com diferentes teores de biosilicatos, ZnO e MgO. Avaliar o efeito da modificação das cargas na degradação da matriz polimérica de PLA. Estudar a funcionalização das cargas bioativas por diferentes processos de plasma (radiofrequência e plasma em líquido submerso) com anidrido maleico, glicidil metacrilado e ácido láctico; Modificar superfície dos scaffods por plasma com diferentes misturas de gases, a fim de melhorar a adesão e crescimento células. Obter scaffolds de PLA/ cargas cerâmicas bioativas, utilizando a técnica de manufatura aditiva, impressão 3D.

Etapa 4 | Início 4/2021 | Fim 4/2023

Titulo
Preparação PLA/ cargas cerâmicas via Haake (UFSCar e UDESC)

Descrição
Esta etapa somente pôde ser iniciada após a confirmação da funcionalização das cargas na UDESC, portanto iniciaram efetivamente no ano de 2022. Nesta frente de trabalho, já foram realizados estudos preliminares da influência da carga funcionalizada na massa molar e viscosidade da matriz polimérica, a partir das misturas no haake. Atualmente, estamos no estágio da obtenção das misturas com ZnO funcionalizados para impressão 3D dos Scaffolds e suas respectivas caracterizações. A previsão de término deste trabalho é em abril/2023, que está vinculado ao mestrado do estudante Felippe Migliato Marega.

Metas da etapa
misturas de PLA e cargas funcionalizadas obtidas pelo haake

Objetivos específicos
Avaliar a influência do tratamento superficial da carga e da superfície do scaffold na bioatividade, nas propriedades mecânicas, térmicas e a morfologias dos compósitos de PLA/ cargas cerâmicas bioativas com diferentes teores de biosilicatos, ZnO e MgO. Avaliar o efeito da modificação das cargas na degradação da matriz polimérica de PLA.

Parque Tecnológico ALFA - Rodovia José Carlos Daux 600 (SC 401), Km 01 - Módulo 12A
Prédio CELTA/FAPESC - 5º Andar - Bairro João Paulo - CEP 88030-902 - Florianópolis/SC - Brasil
+55 (48) 3665 4800
fapesc@fapesc.sc.gov.br
www.fapesc.sc.gov.br

Etapa 5 | Início 7/2021 | Fim 5/2023

Titulo
Elaboração de relatórios e artigos científicos (UFSCar / UDESC)

Descrição
Elaborar relatórios parciais dos resultados obtidos. Redigir artigos científicos. Submeter artigos científicos.

Metas da etapa
04 artigos científicos e 06 comunicações em congressos

Objetivos específicos
Avaliar a influência do tratamento superficial da carga e da superfície do scaffold na bioatividade, nas propriedades mecânicas, térmicas e a morfologias dos compósitos de PLA/ cargas cerâmicas bioativas com diferentes teores de biosilicatos, ZnO e MgO. Avaliar o efeito da modificação das cargas na degradação da matriz polimérica de PLA. Estudar a funcionalização das cargas bioativas por diferentes processos de plasma (radiofrequência e plasma em líquido submerso) com anidrido maleico, glicidil metacrilado e ácido láctico; Modificar superfície dos scaffods por plasma com diferentes misturas de gases, a fim de melhorar a adesão e crescimento células. Obter scaffolds de PLA/ cargas cerâmicas bioativas, utilizando a técnica de manufatura aditiva, impressão 3D.

Etapa 6 | Início 8/2021 | Fim 4/2023

Titulo
Extrusão e impressão 3D dos Scaffolds (UFSCar)

Descrição
Esta etapa somente pôde ser iniciada após a confirmação da funcionalização das cargas na UDESC, portanto iniciaram efetivamente no ano de 2022. Nesta frente de trabalho, já foram realizados estudos preliminares da influência da carga funcionalizada na massa molar e viscosidade da matriz polimérica, a partir das misturas no haake. Atualmente, estamos no estágio da obtenção das misturas com ZnO funcionalizados para impressão 3D dos Scaffolds e suas respectivas caracterizações. A previsão de término deste trabalho é em abril/2023, que está vinculado ao mestrado do estudante Felippe Migliato Marega.

Metas da etapa
obter scaffolds de PLA com as cargas funcionalizadas

Objetivos específicos
Avaliar a influência do tratamento superficial da carga e da superfície do scaffold na bioatividade, nas propriedades mecânicas, térmicas e a morfologias dos compósitos de PLA/ cargas cerâmicas bioativas com diferentes teores de biosilicatos, ZnO e MgO. Obter scaffolds de PLA/ cargas cerâmicas bioativas, utilizando a técnica de manufatura aditiva, impressão 3D.

Parque Tecnológico ALFA - Rodovia José Carlos Daux 600 (SC 401), Km 01 - Módulo 12A
Prédio CELTA/FAPESC - 5º Andar - Bairro João Paulo - CEP 88030-902 - Florianópolis/SC - Brasil
+55 (48) 3665 4800
fapesc@fapesc.sc.gov.br
www.fapesc.sc.gov.br

Etapa 7 | Início 8/2021 | Fim 5/2023

Titulo
Análise de Massa Molar, ensaio de bioatividade e FTIR dos compósitos (UFSCar)

Descrição
o material obtido será analisado por cromatografia de exclusão por tamanho, para avaliar o efeito das cargas na massa molar do polímero e então, realizar-se-á o ensaio de bioatividade nestes compósitos. Bioatividade preliminar dos compósitos será analisada realizando-se testes in vitro utilizando-se SBF (Simulated body fluid) de acordo com a norma ISO 23317 e a seguir se analisará a formação de hidroxiapatita via FTIR.

Metas da etapa
identificar se a funcionalização reduziu a degradação do PLA durante a etapa de processamento

Objetivos específicos
Avaliar a influência do tratamento superficial da carga e da superfície do scaffold na bioatividade, nas propriedades mecânicas, térmicas e a morfologias dos compósitos de PLA/ cargas cerâmicas bioativas com diferentes teores de biosilicatos, ZnO e MgO. Avaliar o efeito da modificação das cargas na degradação da matriz polimérica de PLA.

Etapa 8 | Início 11/2021 | Fim 3/2023

Titulo
Tratamento superficial dos scaffolds por plasma (UDESC)

Descrição
Após alguns estudos preliminares, foi definido e montado o reator que será usado no tratamento superficial dos scaffolds. Será usado o processo de deposição de nanopartículas por descarga em líquido submerso, que é um método novo e foi desenvolvido no laboratório de plasma. Atualmente, está sendo testado a deposição de óxido de cério em scaffolds de PLA.

Metas da etapa
obter scaffolds modificados por plasmas

Objetivos específicos
Avaliar a influência do tratamento superficial da carga e da superfície do scaffold na bioatividade, nas propriedades mecânicas, térmicas e a morfologias dos compósitos de PLA/ cargas cerâmicas bioativas com diferentes teores de biosilicatos, ZnO e MgO. Modificar superfície dos scaffods por plasma com diferentes misturas de gases, a fim de melhorar a adesão e crescimento células.

Etapa 9 | Início 11/2021 | Fim 5/2023

Titulo

Parque Tecnológico ALFA - Rodovia José Carlos Daux 600 (SC 401), Km 01 - Módulo 12A
Prédio CELTA/FAPESC - 5º Andar - Bairro João Paulo - CEP 88030-902 - Florianópolis/SC - Brasil
+55 (48) 3665 4800
fapesc@fapesc.sc.gov.br
www.fapesc.sc.gov.br

Caracterização dos scaffolds modificados por plasma (UDESC)

Descrição
Os Scaffolds tratados serão caracterizados por XPS, DSC, termogravimetria, ângulo de contato, microscopia de força atômica e microscopia eletrônica de Varredura (MEV). Essas técnicas serão utilizadas com objetivo de avaliar a modificação da superfície em termos de propriedades fisico-químicas e correlacionar com os métodos de plasma utilizados.

Metas da etapa
identificar a influência da modificação por plasma nas propriedades do scaffolds

Objetivos específicos
Avaliar a influência do tratamento superficial da carga e da superfície do scaffold na bioatividade, nas propriedades mecânicas, térmicas e a morfologias dos compósitos de PLA/ cargas cerâmicas bioativas com diferentes teores de biosilicatos, ZnO e MgO. Modificar superfície dos scaffods por plasma com diferentes misturas de gases, a fim de melhorar a adesão e crescimento células.

Etapa 10	Início	Fim
	11/2021	5/2023

Titulo
Caracterização mecânica dos Scaffolds (UFSCar)

Descrição
propriedades mecânicas serão avaliadas através de ensaios de compressão de acordo com a ASTM D 69524.

Metas da etapa
Resultados do comportamento mecânico dos scaffolds

Objetivos específicos
Avaliar a influência do tratamento superficial da carga e da superfície do scaffold na bioatividade, nas propriedades mecânicas, térmicas e a morfologias dos compósitos de PLA/ cargas cerâmicas bioativas com diferentes teores de biosilicatos, ZnO e MgO.

Etapa 11	Início	Fim
	11/2021	5/2023

Titulo
Caracterização térmica do scaffolds (UFSCar)

Descrição
Os scaffolds também serão avaliados em relação as suas propriedades térmicas por análise dinâmico-mecânica (DMA) e calorimetria diferencial explotória (DSC)

Metas da etapa
Resultados do comportamento térmico dos scaffolds com as nanopartículas funcionalizadas

Parque Tecnológico ALFA - Rodovia José Carlos Daux 600 (SC 401), Km 01 - Módulo 12A
Prédio CELTA/FAPESC - 5º Andar - Bairro João Paulo - CEP 88030-902 - Florianópolis/SC - Brasil
+55 (48) 3665 4800
fapesc@fapesc.sc.gov.br
www.fapesc.sc.gov.br

Objetivos específicos
Avaliar a influência do tratamento superficial da carga e da superfície do scaffold na bioatividade, nas propriedades mecânicas, térmicas e a morfologias dos compósitos de PLA/ cargas cerâmicas bioativas com diferentes teores de biosilicatos, ZnO e MgO.

Etapa 12	Início	Fim
	11/2021	5/2023

Titulo
Ensaio de bioatividade e FTIR dos Scaffolds (UFSCar)

Descrição
Os ensaios biológicos com células e bactérias serão realizados no Laboratório de Bioquímica e Biologia Molecular (LBBM), localizado no Departamento de Ciências Fisiológicas da UFSCar, sob supervisão da Profa. Dra. Heloisa Sobreiro Selistre de Araujo. Serão realizados testes para caracterização da adesão e proliferação de osteoblastos nos scaffolds impressos, deposição de cálcio, atividade de fosfatase alcalina (ALP), adesão de proteínas, diferenciação celular, taxa de degradação em fluído de corpo simulado (SBF) e eficiência bactericida.

Metas da etapa
resultados do comportamento bioativo dos scaffolds com as cargas funicionalizadas

Objetivos específicos
Avaliar a influência do tratamento superficial da carga e da superfície do scaffold na bioatividade, nas propriedades mecânicas, térmicas e a morfologias dos compósitos de PLA/ cargas cerâmicas bioativas com diferentes teores de biosilicatos, ZnO e MgO.

Etapa 13	Início	Fim
	2/2022	4/2023

Titulo
Caracterização microestrutural dos Scaffolds (UFSCar e UDESC)

Descrição
microscopia eletrônica de varredura (MEV) será utilizada para a determinação da arquitetura do scaffolds: tamanho e distribuição de célula/poros, espessura e formato das camadas, além da porosidade. Para isso serão analisadas amostras criofraturas (visualizar áreas internas) e superfície.

Metas da etapa
imagens da morfologia dos scaffolds, da distribuição das cargas e adesão das mesmas com o PLA

Objetivos específicos
Avaliar a influência do tratamento superficial da carga e da superfície do scaffold na bioatividade, nas propriedades mecânicas, térmicas e a morfologias dos compósitos de PLA/ cargas cerâmicas bioativas com diferentes teores de biosilicatos, ZnO e MgO.

Parque Tecnológico ALFA - Rodovia José Carlos Daux 600 (SC 401), Km 01 - Módulo 12A
Prédio CELTA/FAPESC - 5º Andar - Bairro João Paulo - CEP 88030-902 - Florianópolis/SC - Brasil
+55 (48) 3665 4800
fapesc@fapesc.sc.gov.br
www.fapesc.sc.gov.br

06. Resultados esperados

Principal

Produção bibliográfica	Quantidade
Artigos publicados em periódicos e revistas científicas internacionais	4

Outros resultados

Produção bibliográfica	Quantidade
Trabalhos publicados em eventos nacionais	4
Trabalhos publicados em eventos internacionais	2

Fomento institucional	Quantidade
Aquisição de equipamento	2
Laboratórios atendidos com melhoria da infra-estrutura	1
Criação/apoio a redes de pesquisa	1

Processos e produtos	Quantidade
Tecnologia melhorada	1

Graduação	Quantidade
Alunos de Graduação (tecnologia) atendidos	4

Grupos de pesquisa	Quantidade
Apoio a grupos de pesquisa consolidados	4

Redes de pesquisa	Quantidade
Criação de redes de pesquisa	1

07. Equipe do projeto

Coordenador

Nome: Daniela Becker
CPF: 023.225.759-09 | Email: danibkr@gmail.com
Instituição de vínculo: 83.891.283/0001-36 - Universidade do Estado de Santa Catarina
Nível formação: Doutorado
Função no projeto: Coordenador

Parque Tecnológico ALFA - Rodovia José Carlos Daux 600 (SC 401), Km 01 - Módulo 12A
Prédio CELTA/FAPESC - 5º Andar - Bairro João Paulo - CEP 88030-902 - Florianópolis/SC - Brasil
+55 (48) 3665 4800
fapesc@fapesc.sc.gov.br
www.fapesc.sc.gov.br

Dedicará 10h mensais ao projeto durante 24 meses.
Atividades desempenhadas: Além da coordenação do projeto, a pesquisadora irá atuar nas etapas de funcionalização das cargas e dos scaffolds por plasma e suas caracterizações. Avaliação da influência da modificação das cargas na degradação da matriz de PLA. Caracterização microestrural dos scaffolds.
Endereço: Rua Eduardo Trinks, nº 63, apt 503, América, Joinville - Santa Catarina
CEP: 89204380
Telefone: (47) 38010433

Equipe

Nome: Teresa Tromm Steffen
CPF: 087.546.739-33 | Email: teresa.ts@udesc.br
Instituição de vínculo: 83.891.283/0001-36 - Universidade do Estado de Santa Catarina
Nível formação: Doutorado
Função no projeto: Pesquisador
Dedicará 10h mensais ao projeto durante 12 meses.
Atividades desempenhadas: Auxilio na montagem dos reatores, co-oreitanção do aluno de mestrado, auxilio na realização dos experimentos de funcionalização das nanopartículas por plasma, auxilio na caracterização das nanopartículas e interpretação dos resultados

Nome: Larissa Aline Klok
CPF: 095.819.189-14 | Email: laryssaklok@gmail.com
Instituição de vínculo: 83.891.283/0001-36 - Universidade do Estado de Santa Catarina
Nível formação: Graduação
Função no projeto: Pesquisador
Dedicará 24h mensais ao projeto durante 10 meses.
Atividades desempenhadas: Funcionalização das nanoparticulas por plasma e caracterização das mesmas

Nome: Luis Guilherme Silva Rosa
CPF: 052.173.601-35 | Email: lguilhermesrosa@gmail.com
Instituição de vínculo: 83.891.283/0001-36 - Universidade do Estado de Santa Catarina
Nível formação: Graduação
Função no projeto: Pesquisador
Dedicará 40h mensais ao projeto durante 24 meses.
Atividades desempenhadas: Responsável pela modificação dos sacffolds por plasma e suas caracterizações

Nome: Henrique Rigotti Sabedra
CPF: 053.101.049-09 | Email: henriquesabedra@gmail.com
Instituição de vínculo: 83.891.283/0001-36 - Universidade do Estado de Santa Catarina

Nível formação: Ensino Médio (2o grau)
Função no projeto: Bolsista
Dedicará 20h mensais ao projeto durante 12 meses.
Atividades desempenhadas: Auxilio na Funcionalização das nanoparticulas por plasma e caracterização das mesmas

Nome: Luiz Antonio Pessan
CPF: 037.322.538-56 | Email: pessan@ufscar.br
Instituição de vínculo: 45.358.058/0001-40 - Universidade Federal de São Carlos
Nível formação: Doutorado
Função no projeto: Pesquisador
Dedicará 10h mensais ao projeto durante 24 meses.
Atividades desempenhadas: Coordenador do projeto via FAPESP. Preparação PLA/ cargas cerâmicas via Haake ;Análise de Massa Molar, ensaio de bioatividade e FTIR dos compósitos; Extrusão e impressão 3D dos Scaffolds; Ensaio de bioatividade e FTIR dos Scaffolds; Caracterização térmica mecânica e microestrural dos scaffolds.

Nome: Luis César Fontana
CPF: 618.229.579-15 | Email: luis.fontana@udesc.br
Instituição de vínculo: 83.891.283/0001-36 - Universidade do Estado de Santa Catarina
Nível formação: Doutorado
Função no projeto: Pesquisador
Dedicará 8h mensais ao projeto durante 20 meses.
Atividades desempenhadas: O pesquisador irá atuar nas etapas de funcionalização das cargas e dos scaffolds por plasma e suas caracterizações. Principlamente na montagem dos reatores e avaliação da influência dos parametros do plasma na modificação das cargas e da superfície dos scaffolds.

Nome: Marcia Margarete Meier
CPF: 821.221.219-04 | Email: marcia.meier@udesc.br
Instituição de vínculo: 83.891.283/0001-36 - Universidade do Estado de Santa Catarina
Nível formação: Doutorado
Função no projeto: Pesquisador
Dedicará 8h mensais ao projeto durante 20 meses.
Atividades desempenhadas: A pesquisadora irá atuar nas etapas de funcionalização das cargas e dos scaffolds por plasma e suas caracterizações e avaliação do mecanismo de funcionalização química. Avaliação da influência da modificação das cargas na degradação da matriz de PLA

Nome: Carla Dalmolin
CPF: 021.752.189-45 | Email: carla.dalmolin@udesc.br
Instituição de vínculo: 83.891.283/0001-36 - Universidade do Estado de Santa Catarina
Nível formação: Doutorado

Parque Tecnológico ALFA - Rodovia José Carlos Daux 600 (SC 401), Km 01 - Módulo 12A
Prédio CELTA/FAPESC - 5º Andar - Bairro João Paulo - CEP 88030-902 - Florianópolis/SC - Brasil
+55 (48) 3665 4800
fapesc@fapesc.sc.gov.br
www.fapesc.sc.gov.br

Função no projeto: Pesquisador
Dedicará 8h mensais ao projeto durante 20 meses.
Atividades desempenhadas: A pesquisadora irá atuar nas etapas de funcionalização das cargas e dos scaffolds por plasma e suas caracterizações e avaliação do mecanismo de funcionalização química. Avaliação da influência da modificação das cargas na degradação da matriz de PLA. Preparação PLA/ cargas cerâmicas via Haake

Nome: Lidiane Cristina Costa
CPF: 277.484.988-81 | Email: lidiane@ufscar.br
Instituição de vínculo: 45.358.058/0001-40 - Universidade Federal de São Carlos
Nível formação: Doutorado
Função no projeto: Pesquisador
Dedicará 10h mensais ao projeto durante 24 meses.
Atividades desempenhadas: Preparação PLA/ cargas cerâmicas via Haake ;Análise de Massa Molar, ensaio de bioatividade e FTIR dos compósitos; Extrusão e impressão 3D dos Scaffolds; Ensaio de bioatividade e FTIR dos Scaffolds; Caracterização térmica mecânica e microestrural dos scaffolds.

Nome: Murilo Camuri Crovace
CPF: 318.874.078-63 | Email: murilocc@yahoo.com
Instituição de vínculo: 45.358.058/0001-40 - Universidade Federal de São Carlos
Nível formação: Doutorado
Função no projeto: Pesquisador
Dedicará 10h mensais ao projeto durante 24 meses.
Atividades desempenhadas: Preparação PLA/ cargas cerâmicas via Haake ;Análise de Massa Molar, ensaio de bioatividade e FTIR dos compósitos; Extrusão e impressão 3D dos Scaffolds; Ensaio de bioatividade e FTIR dos Scaffolds; Caracterização térmica mecânica e microestrural dos scaffolds.

Nome: Juliano Marini
CPF: 305.859.828-99 | Email: juliano.marini@ufscar.br
Instituição de vínculo: 45.358.058/0001-40 - Universidade Federal de São Carlos
Nível formação: Doutorado
Função no projeto: Pesquisador
Dedicará 10h mensais ao projeto durante 24 meses.
Atividades desempenhadas: Preparação PLA/ cargas cerâmicas via Haake ;Análise de Massa Molar, ensaio de bioatividade e FTIR dos compósitos; Extrusão e impressão 3D dos Scaffolds; Ensaio de bioatividade e FTIR dos Scaffolds; Caracterização térmica mecânica e microestrural dos scaffolds.

Nome: Samarah Vargas Harb
CPF: 358.434.098-56 | Email: samarah.v.h@hotmail.com

Instituição de vínculo: 45.358.058/0001-40 - Universidade Federal de São Carlos
Nível formação: Doutorado
Função no projeto: Pesquisador
Dedicará 8h mensais ao projeto durante 24 meses.
Atividades desempenhadas: Preparação PLA/ cargas cerâmicas via Haake ;Análise de Massa Molar, ensaio de bioatividade e FTIR dos compósitos; Extrusão e impressão 3D dos Scaffolds; Ensaio de bioatividade e FTIR dos Scaffolds; Caracterização térmica mecânica e microestrural dos scaffolds.

Nome: Eduardo Henrique Backes
CPF: 325.157.518-06 | Email: ehbackes@gmail.com
Instituição de vínculo: 45.358.058/0001-40 - Universidade Federal de São Carlos
Nível formação: Mestrado
Função no projeto: Pesquisador
Dedicará 8h mensais ao projeto durante 24 meses.
Atividades desempenhadas: Preparação PLA/ cargas cerâmicas via Haake ;Análise de Massa Molar, ensaio de bioatividade e FTIR dos compósitos; Extrusão e impressão 3D dos Scaffolds; Ensaio de bioatividade e FTIR dos Scaffolds; Caracterização térmica mecânica e microestrural dos scaffolds.

08. Despesas do projeto

Despesa	FAPESC (em R$)	Contrapartida (em R$)	Total (em R$)
Capital	**R$ 67.000,00**	**R$ 0,00**	**R$ 67.000,00**
Equipamentos e material permanente	R$ 67.000,00	R$ 0,00	R$ 67.000,00
Equipamentos e materiais permanentes, nacionais e importados	R$ 67.000,00	R$ 0,00	R$ 67.000,00
Corrente	**R$ 30.930,00**	**R$ 0,00**	**R$ 30.930,00**
Diárias	R$ 459,00	R$ 0,00	R$ 459,00
Diárias fora do estado - Nível superior	R$ 459,00	R$ 0,00	R$ 459,00
Material de consumo unitário	R$ 19.400,00	R$ 0,00	R$ 19.400,00
Material de consumo	R$ 19.400,00	R$ 0,00	R$ 19.400,00
Serviços de terceiros e encargos	R$ 11.071,00	R$ 0,00	R$ 11.071,00
Outros serviços de terceiros-pessoa jurídica	R$ 11.071,00	R$ 0,00	R$ 11.071,00
Total de despesas do projeto	**R$ 97.930,00**	**R$ 0,00**	**R$ 97.930,00**

Despesas solicitadas
Equipamentos e materiais permanentes, nacionais e importados Categoria: Capital

Parque Tecnológico ALFA - Rodovia José Carlos Daux 600 (SC 401), Km 01 - Módulo 12A
Prédio CELTA/FAPESC - 5º Andar - Bairro João Paulo - CEP 88030-902 - Florianópolis/SC - Brasil
+55 (48) 3665 4800
fapesc@fapesc.sc.gov.br
www.fapesc.sc.gov.br

Qtde.: 1 Valor unitário: R$ 67.000,00 Total: R$ 67.000,00

Fonte do recurso:
Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina

Justificativa:
Sistema de bombeamento turbo molecular - R$ 40.000,00Unidade de medida e controle de pressão - R$ 37.000,00Ambos equipamentos destinados ao reator de plasma que será construído para realização das modificaçõesValor gasto para os itens acima mencionado foram, respecitvamente, R$34.136,34 e R$9.136,34, restando um saldo de R$23.673,94. Portanto é solicitado a inclusão dos seguintes equipamentos permanentes:Banho de ultrassom 10L R$ 4.600,00, necessário para o reator de deposição de nanopartículas no scaffoldImpressora 3D de polimeros R$6.000,00 necessário para obtenção dos scaffolds e estudo do uso do plasma para modificação da superfície do scaffold durante a impressãoBalança analitica - R$ 13.073,94, necessário para pesar os materiais utilizados. Atualmente,é utilizado a balança de um laboratório vizinhoValor gastos acima foram respectivamente R$3.498,00, R$ 5.060,00 e R$ 12.033,48, restando um saldo R$3.082,46.Portanto é solicitado a inclusão dos seguintes equipamentos permanentes:3 agitadores magnético sem aquecimento - valor unitário R$ 663,23, total de R$ 1.989,691 agitador magnético com aquecimento - R$ 921,50Os agitadores são necessários para fazer a lavação das amostras após o tratamento e atualmente são feitos num laboratório vizinho. Além disso, 1 dos agitadores magnéticos será adaptado no reator de plasma para melhor a homogeneização da funcionalização das partículas no reator de plasma.

Diárias fora do estado - Nível superior Categoria: Corrente

Qtde.: 1 Valor unitário: R$ 459,00 Total: R$ 459,00

Fonte do recurso:
Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina

Justificativa:
Alterar o uso das diárias para para participação em congresso pelos pesquisadores artigos do projeto. Não ocorrerá mais eventos até o fim da vigência do projeto, portanto, é solicitado que o saldo remanescente das diárias seja utilizado em serviços de terceiros para realização de análises de caracterização do material.

Material de consumo Categoria: Corrente

Qtde.: 1 Valor unitário: R$ 17.000,00 Total: R$ 17.000,00

Fonte do recurso:
Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina

Justificativa:
Aquisição de materiais de laboratório essenciais para o desenvolvimento do projeto de pesquisa, tais como: vidrarias, consumíveis para equipamentos (ultrassom, microscopia, calorimetria). Reagentes químicos em geral, resinas poliméricas, solventes (acetona, etanol, THF, etc.), cargas. Material elétrico. Embalagens para amostras e itens consumíveis para uso laboratorial.

Parque Tecnológico ALFA - Rodovia José Carlos Daux 600 (SC 401), Km 01 - Módulo 12A
Prédio CELTA/FAPESC - 5º Andar - Bairro João Paulo - CEP 88030-902 - Florianópolis/SC - Brasil
+55 (48) 3665 4800
fapesc@fapesc.sc.gov.br
www.fapesc.sc.gov.br

Material de consumo Categoria: Corrente

Qtde.: 1 Valor unitário: R$ 2.400,00 Total: R$ 2.400,00

Fonte do recurso:
Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina

Justificativa:
Realocação do uso da verba indicada inicialmente para compra de passagens aéreas para uso em material de consumo de laboratórios (reagentes, nanopartículas, vidrarias entre outros), pois devido a pandemia as atividades presenciais nos laboratórios da universidade pareceira (UFSCar) ainda estão restritas para os pesquisadores internos a instituição. As reuniões de acompanhamento estão sendo feitas mensalmente na forma remota

Outros serviços de terceiros-pessoa jurídica Categoria: Corrente

Qtde.: 1 Valor unitário: R$ 11.071,00 Total: R$ 11.071,00

Fonte do recurso:
Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina

Justificativa:
Necessidade de manter os equipamentos em estado adequado de funcionamento. Eventuais análises não disponíveis na UDESC ou UFSCar. Serviços de manutenção do Laboratório de Plasmado CCT-UDESC (conserto de equipamentos). Serviços de usinagem e de manutenção elétrica para confecção de um reator de plasma exclusivo para polimerizaçãoNão ocorrerá mais eventos até o fim da vigência do projeto, portanto, é solicitado que o saldo remanescente das diárias seja utilizado em serviços de terceiros para realização de análises de caracterização do material.

09. Cronograma de repasse

Despesas correntes

Parcela	Mês de desembolso	Valor (em R$)
1	1	R$ 30.930,00

Despesas de capital

Parcela	Mês de desembolso	Valor (em R$)
1	1	R$ 67.000,00

10. Assinaturas

Parque Tecnológico ALFA - Rodovia José Carlos Daux 600 (SC 401), Km 01 - Módulo 12A
Prédio CELTA/FAPESC - 5º Andar - Bairro João Paulo - CEP 88030-902 - Florianópolis/SC - Brasil
+55 (48) 3665 4800
fapesc@fapesc.sc.gov.br
www.fapesc.sc.gov.br

MANIFESTAÇÃO DO(A) BENEFICIÁRIO(A)

Na qualidade de Beneficiário(a), peço deferimento ao que é solicitado para fins de desenvolver o Projeto de Pesquisa Científica e/ou Tecnológica “Scaffolds Bioativos com Modificação Superficial por Plasma”, apresentado na **Chamada Pública Nº 16/2019**.

Local e data	Assinatura do(a) Beneficiário(a) do Projeto

MANIFESTAÇÃO DA INSTITUIÇÃO PROPONENTE

Na qualidade de representante legal da Instituição Proponente, manifestamos nossa concordância com a proposta submetida.

Local e data	Assinatura do(a) Representante Legal da Proponente

DEFERIMENTO PELA FAPESC

Local e data	Assinatura do Presidente da FAPESC

Projeto:
Scaffolds Bioativos com Modificação Superficial por Plasma
Termo de outorga de apoio financeiro Nº 2020TR1450
Chamada Pública FAPESC Nº 16/2019

Parque Tecnológico ALFA - Rodovia José Carlos Daux 600 (SC 401), Km 01 - Módulo 12A
Prédio CELTA/FAPESC - 5º Andar - Bairro João Paulo - CEP 88030-902 - Florianópolis/SC - Brasil
+55 (48) 3665 4800
fapesc@fapesc.sc.gov.br
www.fapesc.sc.gov.br

REGINALDO MARTINS DOMINGOS – ME	26.706.451/0001-32	1712698	25/11/2020 às 13:30	SACO PARA LIXO – 5Un
ANTONIO RIBEIRO DA SILVA	81.538.373/0001-12	1712702	25/11/2020 às 15:00	FLANELA – 1Un
RESINA PLAST INDUSTRIA E COMERCIO DE PLASTICOS LTDA	13.642.679/0001-64	1712539	25/11/2020 às 15:30	SACO PARA LIXO – 30Un

O IMETRO/SC após o exame pericial dará destino às amostras coletadas na forma das normas em vigor, salvo expressa manifestação em contrário do responsável pelo produto periciado, no prazo de 24 (vinte e quatro) horas, contadas da realização do exame procedimento periciais. Toda a atuação administrativa do IMETRO/SC encontra fundamento de validade no disposto pela Lei Federal nº 9.933/99, pelo Convênio celebrado entre o IMETRO/SC e o INMETRO nº 006/2013, pela Norma INMETRO Específi ca/DIMEL nº 071/2005 e demais normas complementares em vigor editadas pelo INMETRO. Registra-se que qualquer informação necessária poderá ser obtida pelo legítimo interessado na Sede do IMETRO/SC, em São José, mesmo local onde será realizada a perícia, no horário de expediente, ou seja, das 12 às 19h. RUDINEI LUIS FLORIANO.

Cod. Mat.: 704267

IPREV – Instituto de Previdência do Estado de Santa Catarina

PORTARIA Nº 2777 - 12/11/2020
CONCEDER APOSENTADORIA VOLUNTÁRIA POR REDUÇÃO DE IDADE, com proventos integrais, nos termos do Art. 3º, incisos I, II, III, e parágrafo único da Emenda Constitucional nº 47 de 05.07.05, publicada no DOU de 06.07.2005, combinado com o Art. 67 da LC nº 412/08, com paridade remuneratória, conforme Art. 72 da referida Lei Complementar, no cargo de AUDITOR FISCAL DA RECEITA ESTADUAL, Nível III, do Grupo FISCALIZAÇÃO - SEF, com lotação na(o) GERENCIA REGIONAL DA FAZENDA ESTADUAL , município de LAGES, de acordo com o processo SEF 8073/2020 a PAULO ARTUR DA SILVA, matrícula nº 142740-7-01 – SEF.

PORTARIA Nº 2616 - 27/10/2020
CONCEDER APOSENTADORIA VOLUNTÁRIA POR REDUÇÃO DE IDADE, com proventos integrais, nos termos do Art. 3º, incisos I, II, III, e parágrafo único da Emenda Constitucional nº 47 de 05.07.05, publicada no DOU de 06.07.2005, combinado com o Art. 67 da LC nº 412/08, com paridade remuneratória, conforme Art. 72 da referida Lei Complementar, no cargo de AGENTE DE SERVIÇOS GERAIS, Nível 3, Referência A, Grupo Ocupacional ANA - Atividades de Nível Auxiliar, QUADRO DE PESSOAL DO PODER EXECUTIVO, da(o) SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO, com lotação no(a) EEB ADERBAL RAMOS DA SILVA , município de FLORIANÓPOLIS, de acordo com o processo SED 10560/2020 a ANISIO FERREIRA, matrícula nº 237682-2-01 – SED.

PORTARIA Nº 2781 - 12/11/2020
CONCEDER APOSENTADORIA VOLUNTÁRIA POR TEMPO DE CONTRIBUIÇÃO, com proventos integrais, nos termos do Art. 6º da Emenda Constitucional nº 41 de 19.12.03, publicada no DOU de 31.12.2003, combinado com o § 5° do Art.40 da Constituição Federal, Dpro nº 001/2012 - PGE e Art. 66 da LC nº 412/08, com paridade remuneratória, conforme Art. 72 da referida Lei Complementar, no cargo de PROFESSOR, Nível IV, Referência E, do Grupo Ocupacional de Docência, do Quadro de Pessoal do Magistério Público Estadual, da SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO, com lotação no(a) EEB PROF HENRIQUE MIDON, município de ITAJAI, de acordo com o processo ADR17 6065/2020 a SIRLEY PANIZ MOREIRA, matrícula nº 196057-1-01 – SED.

PORTARIA Nº 2794 - 12/11/2020
CONCEDER APOSENTADORIA VOLUNTÁRIA POR TEMPO DE CONTRIBUIÇÃO, com proventos integrais, nos termos do Art. 6º da Emenda Constitucional nº 41 de 19.12.03, publicada no DOU de 31.12.2003, combinado com o § 5° do Art.40 da Constituição Federal e Art. 66 da LC nº 412/08, com paridade remuneratória, conforme Art. 72 da referida Lei Complementar, no cargo de PROFESSOR, Nível IV, Referência I, do Grupo Ocupacional de Docência, do Quadro de Pessoal do Magistério Público Estadual, da SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO, com lotação no(a) EEB TEREZA CRISTINA , município de LAURENTINO, de acordo com o processo ADR12 5930/2020 a ANA MARIA TAMBOSI, matrícula nº 287355-9-04 – SED.

PORTARIA Nº 2740 - 05/11/2020
CONCEDER APOSENTADORIA VOLUNTÁRIA POR TEMPO DE CONTRIBUIÇÃO COM PROV. INTEGRAIS, nos termos do art. 6º, da Emenda Constitucional nº 41 de 19/12/2003, publicada no DOU de 31/12/2003, combinado com o art. 40, § 5º, da Constituição Federal, DPro 001/2012 - PGE e art. 66 da LC 412/08, com paridade remuneratória, conforme art. 72 da referida Lei Complementar, de acordo com o processo ADR21 4215/2020 à LUCIANA MARTINS MARCON, matrícula nº 0277834-3-05, no cargo de PROFESSOR, nível IV, referência H, do Grupo Ocupacional de Docência, do Quadro de Pessoal do Magistério Público Estadual, lotada na EEB Jorge Schutz, município de Turvo - SED.

PORTARIA Nº 2714 - 03/11/2020
CONCEDER APOSENTADORIA POR INVALIDEZ PERMANENTE, com proventos proporcionais a 73,71%, nos termos do art. 40, parágrafo 1º, inciso I, da Constituição Federal de 1988, com redação dada pela Emenda Constitucional nº 41, de 19 de dezembro de 2003, combinado com o artigo 6-A da referida Emenda, acrescido pelo artigo 1º da Emenda Constitucional nº 70, de 29 de março de 2012, MS nº 5035403-32.2020.8.24.0023, no cargo de PROFESSOR, Nível IV, Referência F, do Grupo Ocupacional de Docência, do Quadro de Pessoal do Magistério Público Estadual, da SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO, com lotação no(a) EEB FRANCISCO ALTAMIR WAGNER , município de RIO DO SUL, de acordo com o processo SEA 2102/2019 a HUGO POMPILIO, matrícula nº 310771-0-02 – SED.

MARCELO PANOSSO MENDONÇA
Presidente do IPREV

LONITA CATARINA AIOLFI
Diretor de Previdência

PORTARIA nº 2778/2020 - 12/11/2020.**RETIFICAR**, conforme processo ADR19 6762/2020, a Portaria nº 2141 de 17/09/2020 publicada no DOE nº 21.387 de 04/11/2020, que concedeu Aposentadoria a RAQUEL KOCH SAVI MONDO, matrícula nº 0249846-4-04, no tocante a promoção da servidora que deverá ser: "Nível IV, Referência I", e não como constou na referida Portaria.
PORTARIA nº 2779/2020 - 12/11/2020.
RETIFICAR, conforme processo ADR22 6353/2020 , a Portaria nº 2438 de 09/10/2020 publicada no DOE nº 21.386 de 03/11/2020, que concedeu Aposentadoria a MARIA RITA SPAK KUBICHEN, matrícula nº 0202582-5-02, lotada na SED, alterando a referência do cargo que deverá ser "C" , e não como constou na referida portaria.

PORTARIA nº 2793/2020 - 12/11/2020.
RETIFICAR, conforme processo ADR24 6207/2020, a Portaria nº 2718 de 03/11/2020, publicada no DOE Nº 21.390, de 09/11/2020, que concedeu Aposentadoria a MARIA ERMINIA SCHNEIDER DEGENHARDT, matrícula nº 0195902-6-04, lotado(a) na(o) SED, no

MARCELO PANOSSO MENDONÇA
Presidente do IPREV

LONITA CATARINA AIOLFI
Diretor de Previdência

Cod. Mat.: 704019

Fundações Estaduais

FAPESC – Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina

EXTRATO DE SEGUNDO TERMO ADITIVO AO TERMO DE OUTORGA - ESPÉCIE: Termo de Outorga nº 2018TR2013. CONTRATANTES: O Estado de Santa Catarina, por meio da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina - FAPESC e Rossana Pacheco da Costa Proença, com interveniência da Universidade Federal de Santa Catarina. OBJETO: Prorrogação da vigência do projeto "Veg+: Increasing vegetable consumption for young adults through Short Food Supply Chains", selecionado na Chamada Pública FAPESC/FUNDO NEWTON/ UK ACADEMIES – MOBILIDADE EM PESQUISA. VIGÊNCIA: De 30 de novembro de 2020 para 30 de abril de 2021, a contar da data de publicação deste extrato no DOE. Florianópolis, 18/11/2020. SIGNATÁRIOS: Fábio Zabot Holthausen pela FAPESC, Rossana Pacheco da Costa Proença como beneficiário e Ubaldo Cesar Balthazar pela Instituição de Vínculo.

Cod. Mat.: 704069

FAPESC – FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA E INOVAÇÃO DO ESTADO DE SANTA CATARINA. Extrato de Termo de Outorga nº 2020TR1449, atendendo ao disposto no Decreto Estadual 2.060/2009. **Participantes:** Estado de Santa Catarina, por meio da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina - FAPESC e Carla Dalmolin, residente no município de Joinville. **Objeto:** Transferência de recursos financeiros para fomento ao projeto de pesquisa científica e/ou tecnológica, "Acumuladores de carbono poroso de alto desempenho para suporte energético de hubs complexos alimentados por sistema de dessalinização de águas", aprovado no **OPORTUNIDADE DE FOMENTO À PESQUISA COLABORATIVA FAPESC - FAPESP – 16/2019**. **Dos recursos**: Repasse do Governo do Estado de Santa Catarina no Valor de R$ 100.000,00. **Vigência:** o presente tem vigência a partir de sua publicação no Diário Oficial do Estado de Santa Catarina até 20/11/2022. **Data**: 17/11/2020. **Signatários**: Assinam o presidente Fábio Zabot Holthausen, pela FAPESC, Carla Dalmolin, beneficiário(a) . LZ/SCC

FAPESC – FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA E INOVAÇÃO DO ESTADO DE SANTA CATARINA. Extrato de Termo de Outorga nº 2020TR1450, atendendo ao disposto no Decreto Estadual 2.060/2009. **Participantes:** Estado de Santa Catarina, por meio da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina - FAPESC e Daniela Becker, residente no município de Joinville. **Objeto:** Transferência de recursos financeiros para fomento ao projeto de pesquisa científica e/ou tecnológica, "Scaffolds Bioativos com Modificação Superficial por Plasma", aprovado no **OPORTUNIDADE DE FOMENTO À PESQUISA COLABORATIVA FAPESC - FAPESP – 16/2019**. **Dos recursos**: Repasse do Governo do Estado de Santa Catarina no Valor de R$ 97.930,00. **Vigência:** o presente tem vigência a partir de sua publicação no Diário Oficial do Estado de Santa Catarina até 20/11/2022. **Data**: 17/11/2020. **Signatários**: Assinam o presidente Fábio Zabot Holthausen, pela FAPESC, Daniela Becker, beneficiário(a) . LZ/SCC

UDESC
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE
SANTA CATARINA

Centro de Ciências Tecnológicas – CCT
Departamento de Física

DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins que Teresa Tromm Steffen, CPF 087.546.739-33, atuou no Laboratório de Plasma, Filmes e Superfícies (Departamento de Física, UDESC/CCT), operando o equipamento de Espectroscopia de Fotoelétrons Excitados por Raio-X (XPS). No período foi responsável pelo gerenciamento de pedidos de análise e pelo recebimento de amostras; preparação de amostras; realização dos ensaios experimentais no equipamento; compartilhamento de resultados. Além disso acompanhou os serviços de manutenção preventiva e corretiva do equipamento.

Data de início de atuação: 01/06/2021

Data de fim de atuação (a ser concluída): 31/07/2025

Tempo total de atuação: 8 semestres

Prof. Dr. Luis César Fontana.

Responsável pelo equipamento XPS no CMU

Pág. 01 de 01 - Documento assinado digitalmente. Para conferência, acesse o site https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo e informe o processo UDESC 00034186/2023 e o código 7H6TV9J2.

Assinaturas do documento

Código para verificação: **7H6TV9J2**

Este documento foi assinado digitalmente pelos seguintes signatários nas datas indicadas:

LUIS CESAR FONTANA (CPF: 618.XXX.579-XX) em 26/06/2025 às 01:53:35
Emitido por: "SGP-e", emitido em 30/03/2018 - 12:40:06 e válido até 30/03/2118 - 12:40:06.
(Assinatura do sistema)

Para verificar a autenticidade desta cópia, acesse o link https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo/conferencia-documento/VURFU0NfMTIwMjJfMDAwMzQxODZfMzQyMTVfMjAyM183SDZUVjlKMg== ou o site https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo e informe o processo **UDESC 00034186/2023** e o código **7H6TV9J2** ou aponte a câmera para o QR Code presente nesta página para realizar a conferência.

DECLARAÇÃO DE EXPERIÊNCIA TÉCNICA NA ANÁLISE DE RESULTADOS DE ESPECTROSCOPIA DE FOTOELÉTRONS EXCITADOS POR RAIOS-X (XPS)

Período: março de 2015 a fevereiro de 2017 (4 semestres)

Atividade: pesquisa de mestrado/elaboração de dissertação

Descrição: Nanotubos de carbono foram funcionalizados com grupos oxigenados e nitrogenados através de tratamento por plasma. O grau de funcionalização (inserção de nitrogênio e oxigênio, em percentual atômico), foi obtido pela análise do espectro survey para cada uma das amostras. O tipo de funcionalização, ou seja, os tipos de grupos funcionais obtidos, e suas respectivas contribuições (em percentual de área do pico) foram obtidos por meio do espectro de alta resolução (scans) de cada elemento (carbono, oxigênio e nitrogênio), para todas as amostras. A análise de XPS permitiu identificar a presença de nitrogênio em quantidade extremamente baixa (0,1% ou menos), o que foi de grande importância visto que a molécula de nitrogênio precisa alta energia para dissociar, e a inserção atômica via funcionalização química na superfície de nanotubos de carbono não é trivial. Quanto ao tratamento dos dados, o ruído inelástico dos espectros de alta resolução C1s, O1s e N1s foi subtraído utilizando o método Shirley. A composição foi determinada pelas proporções relativas das áreas de picos corrigidas pelos fatores de sensitividade atômica de Scofield com uma precisão de ±5%. O ajuste dos espectros foi feito utilizando uma função do tipo Voigtiana, com combinações Gaussianas (70%) e Lorentzianas (30%). A largura à meia altura variou entre 1,0 e 2,1 eV, e a posição dos picos foi determinada com uma precisão de ±0,1 eV.

Comprovante: primeiras páginas da dissertação, conforme segue.

Nanotubos de carbono têm sido utilizados em nanocompósitos com matrizes poliméricas por possuírem elevadas propriedades térmicas, mecânicas e elétricas. No entanto, para agirem eficientemente como reforço em nanocompósitos é necessário que tenham interação com a matriz e boa dispersão e distribuição. Devido à tendência à aglomeração e à fraca interação com a matriz, os nanotubos de carbono geralmente são submetidos à funcionalização, sendo o método de funcionalização por plasma uma alternativa rápida e livre de solventes. Este trabalho teve como proposta funcionalizar nanotubos de carbono por plasma radio frequência com mistura de gases em diferentes potências e analisar a influência da adição destas nanopartículas em nanocompósitos de matriz epóxi. Os nanocompósitos foram submetidos à caracterização morfológica, térmica e mecânica. A análise dos resultados indica que o plasma é uma ferramenta eficiente para funcionalizar nanotubos de carbono e que em potências maiores o grau de inserção de grupos funcionais oxigenados é maior. Além disso, observa-se que o percentual atômico de oxigênio inserido na superfície dos nanotubos de carbono não é tão relevante para melhorar o desempenho de nanocompósitos com matriz epóxi, mas sim a presença de nitrogênio, que mesmo em baixa quantidade melhorou a adesão e as propriedades térmicas e mecânicas do nanocompósito.

Orientadora: Daniela Becker

Coorientador: Luis Cesar Fontana

Joinville, 2017

ANO 2017

TERESA TROMM STEFFEN | FUNCIONALIZAÇÃO DE NANOTUBOS DE CARBONO POR PLASMA RADIO FREQUÊNCIA E SUA INFLUÊNCIA EM NANOCOMPÓSITOS DE EPÓXI

UDESC

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS – CCT
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E ENGENHARIA DE MATERIAIS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

FUNCIONALIZAÇÃO DE NANOTUBOS DE CARBONO POR PLASMA RADIO FREQUÊNCIA E SUA INFLUÊNCIA EM NANOCOMPÓSITOS DE EPÓXI

TERESA TROMM STEFFEN

JOINVILLE, 2017

TERESA TROMM STEFFEN

FUNCIONALIZAÇÃO DE NANOTUBOS DE CARBONO POR PLASMA RADIO FREQUÊNCIA E SUA INFLUÊNCIA EM NANOCOMPÓSITOS DE EPÓXI

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ciência e Engenharia de Materiais.

Orientadora: Daniela Becker

Coorientador: Luis César Fontana

JOINVILLE
2017

S813f Steffen, Teresa Tromm
Funcionalização de nanotubos de carbono por plasma rádio frequência e sua influência em nanocompósitos de epóxi/Teresa Tromm Steffen. – 2017.
104 p. : il. ; 30 cm

Orientadora: Daniela Becker
Coorientador: Luis César Fontana
Bibliografia: 87-98 p.
Dissertação (mestrado) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Tecnológicas, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, Joinville, 2017.

1.Polímeros. 2. Nanotubos de carbono. 3. Plasma (Gases ionizados). 4. Nanocompósitos (Materiais). I. Becker, Daniela. II. Fontana, Luis César. III. Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais. IV. Título.

CDD: 620.192 - 23. ed.

Autodeclaração.

Por ser verdade, assino:

Teresa Tromm Steffen

Teresa Tromm Steffen.

Joinville, junho de 2025.

DECLARAÇÃO DE EXPERIÊNCIA TÉCNICA NA ANÁLISE DE RESULTADOS DE ESPECTROSCOPIA DE FOTOELÉTRONS EXCITADOS POR RAIOS-X (XPS)

Período: março de 2017 a abril de 2021 (8 semestres)

Atividade: pesquisa de doutorado/elaboração de tese

Descrição: Nanotubos de carbono foram funcionalizados por plasma com grupos oxigenados usando anidrido maleico como agente funcionalizante sólido, e com grupos oxigenados e nitrogenados usando ureia como agente funcionalizante sólido. O grau de funcionalização (inserção de oxigênio e nitrogênio, em percentual atômico), foi obtido pela análise do espectro survey para cada uma das amostras. O tipo de funcionalização, ou seja, os tipos de grupos funcionais obtidos, e suas respectivas contribuições (em percentual de área dos picos C 1s, O 1s e N 1s) foram obtidos por meio do espectro de alta resolução (scans) para todas as amostras. A análise de XPS permitiu identificar qual método de mistura prévia entre nanopartícula e agente funcionalizante foi mais eficaz na subsequente funcionalização por plasma. Tal identificação foi obtida pela análise da componente O-C=O, obtida do ajuste do espectro C 1s. Para amostras funcionalizadas com ureia, os resultados de XPS permitiram avaliar as melhores condições de plasma para obter aumento de inserção de oxigênio e nitrogênio nas nanopartículas. O ajuste da componente O 1s também indicou um comportamento interessante referente presença de água nas amostras, sendo que condições mais energéticas de plasma resultaram na secagem das amostras (remoção de água dos nanotubos de carbono). Quanto ao tratamento dos dados, o ruído inelástico dos espectros de alta resolução C1s, O1s e N1s foi subtraído utilizando o método Shirley. A composição foi determinada pelas proporções relativas das áreas de picos corrigidas pelos fatores de sensitividade atômica de Scofield com uma precisão de ±5%. O ajuste dos espectros foi feito utilizando uma função do tipo Voigtiana, com combinações Gaussianas (70%) e Lorentzianas (30%).

Comprovante: primeiras páginas da tese, conforme segue.

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E ENGENHARIA DE MATERIAIS

TERESA TROMM STEFFEN

FUNCIONALIZAÇÃO DE NANOTUBOS DE CARBONO POR PLASMA UTILIZANDO COMPOSTOS ORGÂNICOS

JOINVILLE
2021

TERESA TROMM STEFFEN

FUNCIONALIZAÇÃO DE NANOTUBOS DE CARBONO POR PLASMA UTILIZANDO COMPOSTOS ORGÂNICOS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Ciência e Engenharia de Materiais.

Orientadora: Profª. Dra. Daniela Becker
Coorientador: Prof. Dr. Luis César Fontana

Joinville
Abril/2021

Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da

Biblioteca Setorial do CCT/UDESC,

com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Steffen, Teresa Tromm
Funcionalização de nanotubos de carbono por plasma utilizando compostos orgânicos / Teresa Tromm Steffen. -- 2021.
106 p.

Orientadora: Daniela Becker
Coorientador: Luis César Fontana
Tese (doutorado) -- Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Tecnológicas, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, Joinville, 2021.

1. Nanotubos de carbono. 2. Plasma. 3. Funcionalização. 4. Anidrido Maleico. 5. Ureia. I. Becker, Daniela. II. Fontana, Luis César. III. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Tecnológicas, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais. IV. Titulo.

Autodeclaração.

Por ser verdade, assino:

Teresa Tromm Steffen

Teresa Tromm Steffen.

Joinville, junho de 2025.