SETI
PTG
Fl.: 04
Rubrica

PLANO DE TRABALHO
PROJETO ESTRATÉGICO – FUNDO PARANÁ/SETI
UNIDADE GESTORA DO FUNDO PARANÁ – UGF

APROVADO

JOÃO CARLOS GOMES
Secretário da SETI

1. ÁREA PRIORITÁRIA

Selecione **uma** das áreas listadas, entre aquelas aprovadas pelo CCT – PARANÁ, na qual o projeto se enquadre, acessando o link: http://www.seti.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=15

Área Prioritária: Ciências Biológicas e Biotecnologia

2. TÍTULO DO PROJETO

Aplicabilidade da Nanocelulose nos Setores Produtivos do Estado do Paraná

3. VALOR TOTAL DOS RECURSOS SOLICITADOS AO FUNDO PARANÁ = (a)

Outras despesas de CUSTEIO	INVESTIMENTOS	Total
R$ 25.000,00	**R$ 245.000,00**	**R$ 270.000,00**

4. ESTIMATIVA DE PRAZOS PARA EXECUÇÃO DO PROJETO

Duração: ( ) 12 meses (x) 24 meses ( ) 36 meses

Início: A partir da data da assinatura do Termo Jurídico.

5. INSTITUIÇÃO PROPONENTE

Instituição: Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG)
CNPJ: 80.257.355/ 0001-08
Natureza Jurídica: autarquia estadual
Endereço: Av. General Carlos Cavalcanti, 4748
CEP: 84030-900
Cidade/Estado: Ponta Grossa/ PR
Telefone e Fax: (42) 3220-3000
e-mail: dema@uepg.br

6. REPRESENTANTE LEGAL DA INSTITUIÇÃO PROPONENTE

Nome: Carlos Luciano Sant'Ana Vargas
Cédula de Identidade (Instituto/Estado da Federação): 1.126.784-0/ SESP-PR
Cargo/Função: Reitor
CPF: 352.921.309-82
Endereço residencial: Av. Dr. Franscisco Búrzio, 199
CEP: 84010-200
Cidade/Estado: Ponta Grossa-PR
Telefone residencial: (42) 3224-2575
e-mail particular: caluvargas@uepg.br

7. COORDENADOR TÉCNICO/CIENTÍFICO DO PROJETO

Nome: Luís Antonio Pinheiro
Cédula de Identidade (Instituto/Estado da Federação): 6.758.768-5/ SESP-PR
CPF: 016.679.549-62
Formação profissional: Engenheiro de Materiais
Titulação (graduação e pós-graduação): Bacharel em Engenharia de Materiais, Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais
Telefone(s), celular e Fax: (42) 3220-3426/ 99916-3433. FAX 3220-3079
Endereço residencial: Rua Balduíno Taques, 249 – apto. 24
CEP: 84010-050
Cidade/Estado: Ponta Grossa-PR
e_mail: lapinheiro@uepg.br

8. ENGENHEIRO CIVIL RESPONSÁVEL PELA OBRA
(Caso seja previsto no projeto execução da obra e/ou reforma)

Instituição:
Nome do Engenheiro Civil:
CREA:
CPF:
Formação profissional:
Titulação (graduação e pós-graduação):
Telefone(s), celular e Fax:
Endereço residencial:
CEP:
Cidade/Estado:
e_mail:

SETI
PTG
Fl.: 05
Rubrica

9. RESPONSÁVEL ADMINISTRATIVO E FINANCEIRO DO PROJETO

Nome: Amaury dos Martyres
Cédula de Identidade (Instituto/Estado da Federação): 1.467.320 PR
CPF: 287.844.569-49
Formação profissional: Economista
Titulação (graduação e pós-graduação): Bacharel em Economia, Especialização
Telefone(s), celular e Fax: (42) 3220-3201/ 99937-8828
Endereço residencial: Rua Victor Malucelli, 19 – núcleo David Federmann
CEP: 84031-430
Cidade/Estado: Ponta Grossa-PR
e_mail: amartyres@uepg.br

10. RESPONSÁVEL PELO CONTROLE INTERNO DO ÓRGÃO (Quando for o caso)

Nome:
Cédula de Identidade (Instituto/Estado da Federação):
CPF:
Formação profissional:
Titulação (graduação e pós-graduação):
Telefone(s), celular e Fax:
Endereço residencial:
CEP:
Cidade/Estado:
e_mail:

11. IDENTIFICAÇÃO DA INSTITUIÇÃO PARCEIRA DO PROJETO
(Criar mais quadros, se necessário)

11.1 INSTITUIÇÃO PARCEIRA

Sigla/denominação:
CNPJ:
Natureza Jurídica:
Endereço Comercial:
CEP:
Cidade/Estado:
Telefone e Fax:
e_mail:

11.2 REPRESENTANTE LEGAL DA INSTITUIÇÃO PARCEIRA

Nome:
Cédula de Identidade
CPF:
Formação profissional:
Titulação (graduação e pós-graduação):
Telefone(s), celular e Fax:
Endereço residencial:
CEP:
Cidade/Estado:
e_mail:

SETI
PTG
Fl.: 06
Rubrica

12. Equipe do projeto (recursos humanos)

Nº	Nome	Instituição	Formação	Função no projeto	e_mail	Telefone (fixo e celular)
1	Luís Antonio Pinheiro	UEPG	Engenheiro de Materiais, Doutor em Ciência e Engenharia de Materiais	Coordenador	lapinheiro@uepg.br	(42) 3220-3426 / 99916-3433
2	Rosilene Aparecida Prestes	UTFPR/ Ponta Grossa	Licenciada em Ciências Biológicas, Doutora em Ciências	Participante	raprestes@yahoo.com.br	(42) 3220-4800 / 99930-0763
3	Amauri do Nascimento	UEPG	Graduado em Farmácia e Bioquímica, Doutor em Química	Participante	amaurin@uepg.br	(42) 3220-3426 / 99104-2457

13. DESCRIÇÃO DO PROJETO

13.1 PROBLEMA E JUSTIFICATIVA

(Identificar o problema ou entraves tecnológicos que o projeto se propõe a solucionar ou minimizar, com os respectivos argumentos).

Nos últimos anos, o interesse na utilização de fibras naturais vem crescendo consideravelmente. Para ressaltar a importância deste tipo de material, a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação (FAO-ONU) declarou 2009 como o ano internacional das fibras naturais. No meio industrial, é crescente o interesse pelo uso de fibras naturais para a confecção de peças técnicas, de acabamento e utilidades em geral. Em 2009, a Hyundai Motor desenvolveu uma patente utilizando polipropileno carregado com variadas frações de resíduos de soja, sendo que o compósito obtido apresentou melhorias significativas de propriedades mecânicas e é utilizado para a produção de peças de acabamento interno de seus veículos. Destaca-se como vantagens das fibras naturais:

- Material renovável de disponibilidade ilimitada;
- Menos abrasivas que fibras sintéticas, como a fibra de vidro e de carbono, resultando em menor desgaste dos equipamentos de processo;
- Biodegradabilidade;
- Baixa densidade e alta deformabilidade quando comparadas com materiais similares neste campo de aplicação;
- Baixo custo, em relação aos reforços atualmente empregados.

Neste contexto, a obtenção e aplicação de nanocelulose no desenvolvimento de novos produtos é um tema que tem atraído continuamente o interesse dos setores industrial e acadêmico devido ao grande potencial a ser explorado e oportunidades de inovação. Há dois tipos de nanocelulose: a nanocristalina (CNC), altamente cristalina, que possui diâmetro entre 10 e 30 nm e comprimento inferior a 200 nm e é obtida pelos processos de hidrólise ácida e enzimática; e a nanofibrilada (CNF), obtida por desfibrilação mecânica, possui frações pouco cristalinas, como a lignina, diâmetro na faixa de 20 a 50 nm e comprimento que varia de 300 a 2.000 nm. Segundo artigo de Milanez e colaboradores em 2013, na revista Materials Research, a publicação de artigos e o depósito de pedidos de patente na área de nanocelulose começaram a apresentar um acréscimo significativo a partir de 2005; porém, há um longo período até que um estágio de maturação, previsto para ocorrer até 2030, seja alcançado. Concluem seu estudo dizendo que este é o melhor momento para investimentos em pesquisa e desenvolvimento em nanocelulose. Corrobora este ponto o fato de que há poucas unidades produtoras de nanocelulose no mundo, todas elas em escala semi-industrial. Em matéria de 30 de abril de 2017 da Gazeta do Povo*, o Prof. Glauco Arbix, ex-presidente da FINEP e professor da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP, declarou que para o Brasil superar problemas de baixa competitividade e produtividade

* disponível em http://www.gazetadopovo.com.br/politica/republica/brasil-fez-o-mesmo-que-a-bolivia-para-crescer-apelou-ao-protecionismoe-deu-errado-ez1yp2bbxho5nx03zvg96uc4.

deve-se investir em novas tecnologias e inovação, como nanotecnologia e biotecnologia.

O projeto está em consonância com estas questões. A nanocelulose é um material de elevado valor agregado, oriundo de fontes renováveis, sendo que o Brasil é produtor abundante delas. Este material também pode ser obtido a partir de resíduos industriais e do beneficiamento de culturas agrícolas, reduzindo seu impacto no meio ambiente. Quanto ao Estado do Paraná, o seu grande potencial tanto na geração de resíduos oriundo do beneficiamento de culturas agrícolas quanto nas reservas de árvores que abastecem as indústrias madeireira, de papel e celulose, o tornam um estado brasileiro em posição estratégica, de destaque, onde há uma perspectiva bastante promissora para que, no cenário nacional, desponte na vanguarda destas pesquisas, que abrangerá as indústrias automotiva, de construção civil, embalagens, papel e celulose, farmacêutica, agroindústria, entre outras.

Não obstante as perspectivas citadas, alguns gargalos tecnológicos precisam ser resolvidos. A nanocelulose pode ser utilizada, para incorporação em produtos inovadores, na forma de uma suspensão aquosa, gel ou como um material seco, na forma de pó. Com relação a este último, uma importante questão é: como evitar a aglomeração irreversível que faz com que as dimensões nanométricas sejam perdidas? Neste ponto reside um entrave tecnológico, pois a nanocelulose pode ser bem dispersa em matrizes plásticas dependendo das condições de processamento. Assim, para o desenvolvimento de nanocompósitos se faz importante a utilização de uma extrusora dupla rosca, que é um equipamento de processo bastante versátil por possui arranjo modular, i. e., o perfil de rosca pode ser montado com elementos segmentados e de acordo com a necessidade do processo. Por desenvolver fluxo cisalhante e elongacional, este equipamento é muito importante para a obtenção de nanocompósitos de matriz polimérica, pois isto resulta em grande capacidade de mistura, tanto dispersiva (para quebra de aglomerados) quanto distributiva (para homogeneização de fase dispersa na matriz). A extrusora dupla rosca também permite menores tempos de residência, o que se torna fator importante, considerando a sensibilidade de cargas vegetais em altas temperaturas de processamento. Neste equipamento, cargas vegetais também podem ser adicionadas à matriz por meio de alimentadores laterais, posicionados na porção central do barril da extrusora, o que diminui ainda mais o tempo de residência.

A nanocelulose também pode ser estudada para fins de ser veículo para substâncias químicas, como fármacos, nutrientes e herbicidas, em situações onde se necessita liberação lenta e controlada das mesmas. Esse aspecto é tecnológica e estrategicamente importante por reduzir o número de aplicações/ administrações destas substâncias, barateando o custo do produto. Dependendo das condições de secagem da nanocelulose quando em solução, ela pode apresentar estrutura celular, semelhante a uma esponja, o que permitiria a absorção de fármacos e analitos. Neste aspecto, o gargalo se situa no estudo das condições necessárias para que a nanocelulose libere lenta e controladamente as substâncias impregnadas nela.

13.2 OBJETO DO PROJETO

*(O **Objeto** é a ação macro que se quer alcançar no projeto).*

Desenvolver aplicações para a nanocelulose, isoladamente e na forma de nanocompósitos de matriz polimérica, para serem empregados nos mais variados setores produtivos.

SETI
PTG
Fl.: 08

13.3 METAS A SEREM ATINGIDAS

*(As **Metas** são as ações fracionadas, para se alcançar o Objeto do Projeto).*

- Otimização do processo de obtenção de nanocelulose a partir de biomassa, visando incremento no seu rendimento, empregando as rotas biotecnológicas química, mecânica e enzimática;
- Produção por extrusão de nanocompósitos de matriz polimérica reforçados com nanocelulose para aplicação no setor automotivo, agroindustrial, embalagens, farmacêutico, entre outros;
- Emprego da nanocelulose isoladamente para produção de materiais para liberação controlada de fármacos e encapsulamento de analitos;
- Caracterização das propriedades dos materiais obtidos.
- Apuração de resultados e prestação de contas.

13.4 PLANO DE TRABALHO SINTÉTICO DO PROJETO

Cronograma de Atividades

Descrição das Atividades			Indicador físico		Previsão de Execução do Objeto (meses)		% Meta no projeto	Total (R$)	% Financeiro
Nº	Metas a serem atingidas	Etapas de Execução	Unidade	Qtde.	Início*	Fim*			
1	Otimização dos processos de nanocelulose pelas rotas química, mecânica e enzimática	1.1 Estudo estatístico do nível de influência de parâmetros na hidrólise ácida	rendimento (%)	1 a 30	mês 1	mês 7	10	R$ 10.000	3,7
		1.2 Estudo estatístico do nível de influência de parâmetros na hidrólise enzimática	rendimento (%)	1 a 30	mês 1	mês 7			
		1.3 Hidrólise ácida e enzimática catalisada por sais inorgânicos	rendimento (%)	50 a 80	mês 3	mês 10			
		1.4 Associação da hidrólise ácida e enzimática com a desfibrilação mecânica	rendimento (%)	50 a 80	mês 3	mês 10			
2.	Obtenção de nanocompósitos de matriz polimérica obtidos por extrusão e reforçados com nanocelulose	2.1 Estudo estatístico da dispersão de nanocelulose em matrizes poliméricas	nanocompósitos	4	mês 1	mês 12	40	R$ 235.000	87
		2.2 Adição de agentes surfactantes para supressão da aglomeração de nanocelulose	nanocompósitos	4	mês 3	mês 12			
		2.3. Obtenção de filmes finos com nanocelulose para embalagens	filmes	2 a 6	mês 3	mês 18			
3	Aplicações de nanocelulose isoladamente	3.1 Construção de sistema para controle de liberação de fármacos e analitos	Instrumento de medida	1	mês 6	mês 14	30	R$ 25.000	9,3
		3.2 Desenvolvimento de nanoceluose para liberação controlada de fármacos	Material	1 a 3	mês 6	mês 18			
		3.3 Desenvolvimento de nanoceluose para encapsulamento de sementes	Material	1 a 3	mês 6	mês 23			
4	Caracterização das propriedades dos materiais obtidos	4.1 Caracterização da nanocelulose obtida para liberação controlada e encapsulamento	% incremento	> 30%	mês 3	mês 15	15	R$ 0.00	0,0
		4.2 Caracterização mecânica, térmica, reológica e morfológica de nanocompósitos produzidos	% incremento	> 30%	mês 3	mês 15			
		4.3 Caracterização mecânica e de barreira de filmes de nanocompósitos obtidos por extrusão	% incremento	> 30%	mês 3	mês 18			
5	Apuração de resultados e prestação de contas.	5.1 Apresentação de relatórios ao Fundo PR	Relatório	4	mês 06	mês 24	5	R$ 0.00	0,0
TOTAL – Início e Conclusão do Objeto					01	24	**100%**	**R$ 270.000**	**100%**

* Considerar **Mês 01** o primeiro mês da execução do projeto.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA

Assinatura do Representante Legal da Instituição Proponente

Carlos Luciano Sant´Ana Vargas
Reitor

Assinatura do Coordenador do Projeto

SETI PTG Fl.: 09 Rubrica

SET/ PTG Fl.: 10 Rubrica

13.5 PLANO DE APLICAÇÃO

Disponível em documento denominado "ANEXO 1 – PLANO DE APLICAÇÃO" deste Plano de Trabalho.

13.6 CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO

Disponível em documento denominado "ANEXO 1 – PLANO DE APLICAÇÃO - Cronograma de Desembolso" deste Plano de Trabalho.

13.7 CONCLUSÃO DAS ETAPAS PROGRAMADAS

Disponível no Quadro PLANO DE TRABALHO SINTÉTICO DO PROJETO - Cronograma de Atividades, Coluna Fim de cada Etapa.

13.8 PÚBLICO ALVO

(Mencionar de forma sucinta os beneficiários do projeto).

Considerando o potencial de inovação e aplicação dos produtos gerados, o público alvo a ser beneficiado de imediato é o setor produtivo, principalmente aqueles ligados aos ramos automotivo, embalagens, farmacêutico, construção civil, papel e celulose. Considerando-se que a proposta também é empregar polímeros reciclados como matriz polimérica, trabalhadores de cooperativas de triagem de resíduos e catadores também poderão se beneficiar.

A aquisição da extrusora dupla rosca e da mesa agitadora orbital possibilitarão a alunos de graduação e pós-graduação se beneficiar por meio de aulas práticas e do desenvolvimento de pesquisas nos níveis de iniciação científica, mestrado, doutorado e pós-doutorado. Alunos do ensino médio poderão usufruir dos equipamentos por meio de oficinas promovidas por meio de programas de extensão que a UEPG possui com escolas secundaristas. Grupos de pesquisa em polímeros de outras instituições também poderão se beneficiar da extrusora para a execução de seus trabalhos de pesquisa.

O dispositivo de controle de liberação de fármacos poderá beneficiar grupos de pesquisa na área de farmácia, ciência da saúde e medicina. Mas a principal contribuição será a considerável redução no uso de cobaias vivas nos testes farmacológicos e farmacocinéticos.

13.9 METODOLOGIA PARA EXECUÇÃO DO PROJETO

(Explicar os procedimentos necessários para a execução do projeto destacando o método, ou seja, a explicação do delineamento do estudo, amostra, procedimentos para a coleta de dados, bem como, o plano para a análise de dados)

Antes da obtenção da nanocelulose, as fibras devem passar por um processo de deslignificação, para remoção da lignina. A matéria-prima seca será adicionada em uma solução constituída por 93,0 % de ácido acético; 0,3 % de ácido clorídrico e 6,7 % de água deionizada. A razão fibra/solução será variada de 1:5 g/mL a 1:20 g/mL. A reação será realizada sob agitação magnética constante, a 115 °C por 3 horas em um sistema de refluxo em balão de fundo chato. Posteriormente, as fibras serão lavadas com ácido acético a quente, lavadas com água deionizada e secas em estufa aquecida a 50 °C por 24 horas.

A celulose nanocristalina será obtida por hidrólise ácida e enzimática. Na hidrólise ácida, uma determinada quantidade de fibra deslignificada será misturada com água destilada em um reator, imerso em água gelada. Em seguida, ácido sulfúrico será adicionado por gotejamento até a concentração desejada. Ao final, o banho será aquecido até temperatura entre 30 e 50 °C e mantido por um tempo entre 30 e 120 minutos. Todo o procedimento de hidrólise será realizado sob agitação mecânica constante. Ao término desta etapa, a reação será interrompida pelo acréscimo de água destilada gelada em excesso de cinco vezes o volume inicial. Para a remoção do ácido, a suspensão obtida será centrifugada por 5 minutos a 9500 rpm. Depois, o sobrenadante será descartado e o precipitado lavado com água destilada. Esta etapa será concluída quando o sobrenadante apresentar um aspecto túrbido. Ao final, a suspensão será homogeneizada por 5 minutos a 1000 rpm, e colocada para diálise em membrana de celulose regenerada (14.000 Da) até obtenção de pH neutro. Na hidrólise enzimática, o material deslignificado será posto em um reator com água destilada e complexo enzimático contendo enzimas celulases e hemicelulases. O reator será mantido em temperaturas entre 30 e 50 °C, consideradas ótima para ação das enzimas, por períodos de tempo entre 12 e 72 horas. A remoção da nanocelulose será feita por processo de centrifugação como descrito anteriormente. A celulose nanofibrilada será obtida por processo de desfibrilação mecânica em moinho coloidal.

A incorporação da nanocelulose em polímeros será feita em extrusora dupla rosca. Parâmetros do processo de extrusão serão variados, como temperatura de processamento, perfil de rosca, velocidade de rotação de rosca, taxa de alimentação, entre outros. As matrizes poliméricas serão variadas, mas serão utilizadas principalmente poliolefinas, como polietileno (e seus diferentes tipos) e polipropileno. Além disso, serão empregados polímeros reciclados, como forma de agregar valor a estes materiais por meio da obtenção de nanocompósitos. Do processo de extrusão, será obtido material para ser granulado e conformado por uma injetora no artefato de interesse ou poderá ser diretamente soprado, para a produção de um filme fino. Os materiais desenvolvidos por estas misturas serão caracterizados pelo levantamento das suas propriedades mecânicas, térmicas, reológicas, morfológicas e de barreira.

Considerando as diferenças das naturezas químicas da matriz polimérica e nanocelulose, sendo a primeira apolar e a segunda, polar, haverá a necessidade de se efetuar a compatibilização entre os dois componentes. Duas estratégias principais serão adotadas:

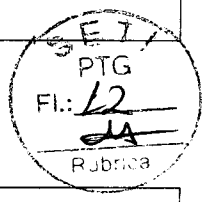
- Adição de copolímeros reativos, para aumentar a polaridade do polímero de matriz e introduzir moléculas com grupos funcionais que reagem quimicamente com as moléculas da nanocelulose. Um exemplo disso é o polipropileno enxertado com anidrido maleico (PP-g-MA) e polietileno enxertado com anidrido maleico (PE-g-MA), para matrizes de polipropileno e polietileno, respectivamente.

- Tratamento químico da nanocelulose para a redução da sua polaridade. Um exemplo disso é o processo de acetilação, que substitui as hidroxilas da nanocelulose por grupos acetatos, que são menos polares e que podem facilitar a adesão entre a nanocelulose e o polímero da matriz.

A nanocelulose também será empregada em estudos de liberação controlada de fármacos e encapsulamento de analitos. No primeiro, a nanocelulose será empregada em suspensão, que será seca em um *spray drier* em diferentes codições para se obter estrutura com variados níveis de porosidade. Será variado o pH da solução e a influência na quantidade de fármaco impregnada e na taxa de liberação em um determinado meio. Quanto ao encapsulamento de analitos, objetiva-se o uso em sementes, para aplicação na agroindústria. Serão impregnados na nanocelulose compostos desde nutrientes até herbicidas para liberação lenta e controlada ao longo do tempo, evitando-se múltiplas aplicações destes produtos.

Os dados serão analisados seguindo ferramentas estatísticas, como planejamento fatorial, análise de superfície de resposta, planejamento de mistura, análise de componentes principais, entre outros. O objetivo

disso é verificar a influência dos parâmetros de obtenção/ controle nas características e propriedades citadas anteriormente: características da nanocelulose; estado de dispersão da mesma em matrizes poliméricas; propriedades dos nanocompósitos; e as características das composições para liberação controlada de fármacos e analitos.



13.10 PRODUTOS/SERVIÇOS ESPERADOS

(Relacionar neste tópico os produtos, equipamentos, bens, serviços, patentes e/ou registros resultantes deste projeto)

Os produtos gerados compreenderão a nanocelulose em si, com potencial de aplicações na indústria farmacêutica, para encapsulamento e liberação controlada de fármacos; papel e celulose, para reforço de produtos com esta base; na indústria química para produção de cápsula para revestir quantidades suficientes de agrotóxicos para serem eliminados gradativamente no solo e o encapsulamento de analitos que se degradam pela luz e oxigênio; e na agroindústria, para encapsulamento de sementes para serem plantadas. Também poderá ser aplicada na cobertura de alimentos para aumentar a durabilidade e diminuir a contaminação de frutas, carnes, laticínios, embutidos e confeitaria. Os nanocompósitos obtidos poderão ser empregados na indústria automotiva, para a confecção de peças técnicas; embalagens de filmes finos, para melhoria das suas propriedades de barreira; na construção civil, para reforço de estruturas; e na agroindústria, para a confecção de filmes finos para embalagem de mudas que não precisam ser retiradas antes do plantio.

Considerando a incipiência da área de produção e aplicação de nanocelulose, há um grande potencial para a produção de artigos científicos, comunicação em eventos e principalmente patentes, tanto em nível nacional quanto internacional.

13.11 CONTRIBUIÇÃO CIENTÍFICA, TECNOLÓGICA E DE INOVAÇÃO

(Identificar de que forma os resultados esperados do projeto contribuirão no cenário científico e tecnológico paranaense, brasileiro e mundial).

Como as pesquisas em nanocelulose ainda não atingiram um grau de maturidade há campo para muita contribuição científica, tecnológica e, consequentemente, de inovação. Este projeto se propõe a atuar em algumas delas:

- Aumento no rendimento de obtenção de nanocelulose, pois os mesmos são muito baixos, em torno de 7%. As estratégias a serem adotadas incluem reações catalisadas por sais inorgânicos e associação de técnicas de obtenção (por exemplo, moagem mecânica seguida de hidrólise ácida). Esta contribuição é importante porque a demanda mundial por nanocelulose vem crescendo ano a ano;
- Refinamento no controle das propriedades físicas e químicas, como o grau de cristalinidade e índice de sulfatação. Este aspecto é importante pelo impacto que apresentarão nas propriedades dos nanocompósitos quando forem incorporadas em matrizes plásticas. Esse controle será feito pelo uso de ferramentas estatísticas;
- Dispersão da nanocelulose em matrizes poliolefínicas, que são apolares e possuem pouca compatibilidade com celulose. Por meio do controle de variáveis do processo e de estratégias de compatibilização será possível dispersar a nanocelulose em matrizes de polipropileno e polietileno, que são os polímeros mais usados no mundo.
- Produção de filmes finos para diversas aplicações: embalagens, encapsulamento, revestimento, entre outros.
- Utilização da nanocelulose como veículo para substâncias, como fármacos, nutrientes, agrotóxicos entre outros. O objetivo é verificar seu potencial para liberação lenta e controlada das mesmas.

13.12 CONTRIBUIÇÃO NÃO FINANCEIRA DA INSTITUIÇÃO PROPONENTE

(Descrever as ações não financeiras que serão suportadas no projeto pela Instituição Proponente)

A contrapartida essencial que será prestada pela UEPG serão as análises e caracterizações dos produtos e processos resultantes da pesquisa. A UEPG possui uma estrutura laboratorial considerada ótima para tal. Para dar suporte ao projeto, o Departamento de Engenharia de Materiais da UEPG possui:

SETI
PTG
Fl.: 13
Rubrica

- Equipamento de análise térmica diferencial e gravimétrica Netzsch STA 409;
- Picnômetro de hélio Ultrachrome, para medida de densidade real de sólidos;
- Difratômetro de raios X Shimadzu XRD 6000;
- Espectrofotômetro de fluorescência de raios X Shimadzu EDX-700;
- Espectrofotômetro de infravermelho Nicolet 4700;
- Equipamento de calorimetria exploratória diferencial (DSC) Shimadzu DSC-60;
- Microscópio óptico de reflexão e transmissão Olympus com câmara CCD e estágio quente Linkam acoplados;
- Microscópio eletrônico de varredura Shimadzu SS 550, com sistema EDS acoplado.
- Máquina de ensaios universal Shimadzu Autograph AG-I (10 kN);
- Injetora de termoplásticos Boy-55T.

A UEPG também possui Complexo de Laboratório Multiusuários (CLABMU), que contam com os seguintes equipamento para dar suporte à pesquisa:

- Microscópio de força atômica Shimadzu SPM 9600;
- Espectrofotômetro de espalhamento Raman, modelo Senterra da Bruker;
- Espectrofotômetro de infravermelho Shimadzu, modelo DRS-8000;
- Difratômetro de raios X Ultima IV da Rigaku;
- Sistema de liquefação de nitrogênio;
- Análise térmica TGA/DTA SDT 2960, da TA Instruments
- Analisador de tamanho de partículas e potencial Zeta Nano Zs90, da Malvern;
- Ressonância magnética nuclear Ascend 400 MHZ, Bruker.
- Microscópio eletrônico de varredura (MEV) por emissão de campop (FEG), Mira 3 da Tescan. O equipamento também possui um acessório STEM da Tescan, para análises de microscopia eletrônico de transmissão (MET);
- Tribômetro de alta temperatura da CSM Instruments;
- Máquina servo-hidráulica Landmark 370.25 da MTS;
- Reômetro cone-placas/ placas paralelas DHR-2 da TA Instruments;
- Máquina de ensaio de impacto HIT50 da Zwick;
- Spray dryer MSD 0.5, da Labmaq do Brasil.

13.13 CONTRIBUIÇÃO DA INSTITUIÇÃO PARCEIRA

(Descrever as ações que serão suportadas no projeto pela Instituição Parceira)

SETI
PTG
Fl.: 14
Rubrica

13.14 LISTAR OS MUNICÍPIOS ABRANGIDOS PELO PROJETO

Em um primeiro momento, o projeto atingirá o município de Ponta Grossa e região. Entretanto, dada a natureza estratégica da pesquisa, os conhecimentos gerados serão divulgados em escala estadual, nacional e internacional.

13.15 IDENTIFICAR RISCOS QUE PODERÃO PREJUDICAR O DESENVOLVIMENTO DO PROJETO E SUGERIR PLANO DE CONTINGENCIAMENTO

Risco	Plano de Contingência
- baixo rendimento na obtenção de nanocelulose	- associação de técnicas de obtenção
	- utilização de catalisadores, como sais inorgânicos
- má dispersão da nanocelulose em matrizes poliméricas	- alteração das condições de processamento
	- utilização de agentes surfactantes para prevenção de aglomeração
- baixa taxa de liberação de analitos impregnados na nanocelulose	- modificação nas condições de secagem para variar o grau de porosidade
	- variação do pH da solução de nanocelulose
	- estudo de alternativas para o processo de impregnação

14. INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES SOBRE A INSTITUIÇÃO PROPONENTE.

HISTÓRICO INSTITUCIONAL

O grupo de pesquisa em Polímeros e Nanocelulose da UEPG iniciou as pesquisas com esse material em 2011, mas o crescimento maior em termos de conhecimento gerado ocorreu a partir de 2014. Deste ano em diante, foi possível consolidar os protocolos de deslignificação da matéria prima, obtenção de nanocelulose e se definir técnicas de caracterização de propriedades físico-químicas da nanocelulose, como o grau de cristalinidade, bem como sua resistência mecânica e térmica. Aspectos relacionados com a estabilidade da solução de nanocelulose em água foi investigada, que é uma questão importante nas aplicações deste material na forma de gel ou dispersão. Outro ponto importante foi a consolidação da técnica de atomização para secagem da nanocelulose, por meio de equipamento *spray drier*, que possui forte caráter estratégico por conta de futura comercialização do produto. Este desenvolvimento foi tão importante que motivou um depósito de patente.

As questões colocadas acima podem ser corroboradas por conta da produção do grupo, em relação à nanocelulose:

- **Prêmios**

- Prêmio Prof. Dr. Gilvan Wosiacki - Orientador do melhor trabalho de iniciação científica de Ciências Agrárias e de Tecnologia do 26° Encontro Anual de Iniciação Científica - EAIC, PROPESP/ UEPG, pelo trabalho "Nanocelulose obtida a partir de Celulose Bacteriana". Evento regional.

- Melhor trabalho da sessão técnica de Biorrefinaria do 48º Congresso Internacional de Celulose e Papel, promovido pela Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel (ABTCP), pelo trabalho "Nanocelulose de elevada cristalinidade extraída da fibra do bagaço de mandioca". Evento nacional.
- Trabalho entre os 20 melhores do 1st *International Symposium on Drug Delivery Systems*, promovido pela Universidade Estadual de Maringá, pelo trabalho "Nanocellulose for drug encapsulation". Evento internacional.

SETI
PTG
Fl.: 15
Rubrica

- **Patentes**

- Processo de obtenção de celulose nanoestruturada a partir de resíduo de soja. 2013, Brasil.
- Compósitos poliméricos com reforço de celulose bacteriana para aplicação na construção civil, indústria moveleira e automobilística. 2015, Brasil.
- Micropartículas não compactadas obtidas a partir da secagem por atomização de suspensão de celulose nanocristalina. 2015, Brasil.
- Dispositivo de monitoramento contínuo para liberação controlada de fármacos e correlatos impregnados em matrizes poliméricas ou outros substratos para minimizar a utilização de animais em experiências de laboratório. 2015, Brasil. Protótipo I.
- Extração de lignina pelo método acetosolv e de nanocelulose extraída do pó de madeira de pinus. 2017, Brasil.
- Processo para incremento na quantidade de celulose nanocristalina obtida por hidrólise ácida. 2017, Brasil.

- **Artigos Científicos**

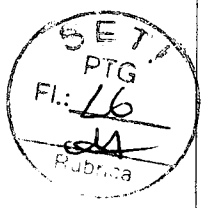
- Nanocrystalline cellulose extracted from pine wood and corncob. Carbohydrate Polymers, v. 157, p. 1577-1585, 2017.
- Nanocelulose de elevada cristalinidade extraída da fibra do bagaço de mandioca. O Papel (São Paulo), v. 77, p. 73-80, 2016.
- Extraction and Characterization of Nanocrystalline Cellulose from Cassava Bagasse. Journal of Polymers and The Environment (artigo aceito para publicação em 2017).

- **Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento**

- Fibras lignocelulósicas → projeto desenvolvido em parceria com a empresa Klabin S.A. O projeto teve início em 2016 e dura até o momento.
- Nanocelulose a partir de Biomassa: Obtenção e Utilização em Nanocompósitos de Matriz Polimérica → projeto encaminhado ao CNPq para aquisição de bolsa de Produtividade em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora (DT).
- SAMPnano - Towards the smart automated manufacture of polymer nanocomposites → projeto coordenado pelo Prof. Dr. Sebastião Vicente Canevarolo, do Departamento de Engenharia de Materiais da Universidade Federal de São Carlos. O projeto foi submetido ao edital de Pesquisador Visitante Especial (PVE) da CAPES, e contou com a participação do Prof. Dr. José Antônio Covas, da Universidade do Minho, Portural. O projeto em questão tinha o propósito de desenvolver técnicas e processos para nanocompósitos.

É importante destacar que o grupo de pesquisa atingiu resultados iguais ou mais expressivos

comparativamente a outros grupos do Brasil que trabalham no tema há mais tempo. Exemplos disto são o elevado grau de cristalinidade, acima de 80%, controle sobre a estabilidade da suspensão de nanocelulose em água e maior rendimento na remoção de lignina após tratamento de deslignificação. Experimentos preliminares realizados pelo grupo também levaram a maior rendimento na obtenção de celulose (acima de 50%), empregando-se catalisadores durante hidrólise ácida. Todos estes aspectos evidenciam o grau de maturidade das pesquisas e do grupo.



Quanto ao coordenador da proposta (Prof. Luís Antonio Pinheiro):

- bolsista em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora, nível 2, do CNPq (DT-2);
- possui um total de 16 patentes e 29 artigos científicos;
- tem 5 prêmios em eventos regionais, nacionais e internacionais;
- participa de projeto para transferência de tecnologia com uma empresa de Ponta Grossa e negocia mais três;
- possui trabalhos de assessoria e P&D com várias empresas de Ponta Grossa e região;
- membro do comitê tecnológico da Universidade Estadual de Ponta Grossa, responsável pelos editais de bolsa PIBITI;
- membro do comitê científico da Universidade Estadual de Ponta Grossa responsável pelos editais de bolsa PIBIC e BIC.
- coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Materiais da UEPG, de junho de 2015 a maio de 2017;
- coordenador da proposta que aprovou a abertura do curso de doutorado em Engenharia e Ciência de Materiais da UEPG, em abril de 2016;
- membro fundador da Câmara de Resíduos Sólidos Urbanos da FIEP;
- possui inserção internacional, estando envolvido em parcerias com pesquisadores de Portugal, Itália, Canadá, Alemanha e Estados Unidos.

15. DECLARAÇÃO DE COMPROMISSO INSTITUCIONAL

SETI PTG Fl.: 12 Rubrica

TERMO DE COMPROMISSO

Na qualidade de representante legal do proponente, estou de acordo com a proposta apresentada e declaro, para todos os fins de direito, conhecer as normas ora fixadas pelo Fundo Paraná, assim como inexistir qualquer débito em mora ou situação de inadimplência com o Tesouro Nacional ou qualquer órgão ou entidade da Administração Pública Federal, Estadual e Municipal, que impeça a transferência de recursos oriundos do Fundo Paraná.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
Carlos Luciano Sant'Ana Vargas
Reitor

Assinatura do Representante Legal da Instituição Proponente

Assinatura do Coordenador Técnico/Científico do Projeto

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
Pró-Reitoria de Assuntos Administrativos
Amaury dos Martyres
Pró-Reitor

Assinatura do Responsável Administrativo/Financeiro do Projeto

Assinatura do Engenheiro Civil Responsável Pela Obra

Assinatura do Responsável pelo Controle Interno da Instituição Proponente

Assinatura do Representante Legal da Instituição Parceira

SETI
SPTG
Fl. 47
Rubrica

ANEXO 1 - PLANO DE APLICAÇÃO
QUADRO RESUMO
Unidade Gestora do Fundo Paraná - UGF

PARANÁ
GOVERNO DO ESTADO

TÍTULO DO PROJETO: Aplicabilidade da Nanocelulose nos Setores Produtivos do Estado do Paraná
INSTITUIÇÃO PROPONENTE: Universidade Estadual de Ponta Grossa
COORDENADOR: Luis Antonio Pinheiro

	Elementos de Despesa		UGF	%	Rendimentos Financeiros*
1. Outras Despesas de Custeio	1.1. Diárias	3390.14.00	0	0%	0
	1.2. Passagens e despesas de locomoção	3390.33.00	0	0%	0
	1.3. Serviços de Consultoria	3390.35.00	0	0%	0
	1.4. Material de Consumo **NACIONAL**	3390.30.00	0	0%	0
	1.5. Material de Consumo **IMPORTADO/ USO CONTROLADO**	3390.30.00	0	0%	0
	1.6. Serviços de Terceiros - Pessoa Física	3390.36.00	0	0%	0
	1.6.1. Obrigações Tributárias e Contributivas	3390.4700	0	0%	0
	1.7. Bolsas	3390.18.00	0	0%	0
	1.7.1 Auxílio Financeiro - Bolsas	3390.18.00	0	0%	0
	1.8. Serviços de Terceiros - Pessoa Jurídica	3390.39.00	25.000	9%	0
	Subtotal Custeio		25.000	9%	0
2. Investimentos	2.1. Equipamentos e Material Permanente **NACIONAL**	4490.52.00	245.000	91%	0
	2.2. Equipamentos e Material Permanente **IMPORTADO**	4490.52.00	0	0%	0
	2.3. Obras e Instalações	4490.51.00	0	0%	0
	Subtotal Investimentos		245.000	91%	0
	Total Geral		270.000	100%	0

Atender ao disposto no ATO ADMINISTRATIVO N° 03/16/UGF de 11/11/2016 , disponível em: www.seti.pr.gov.br/fundoparaná/atosadministrativos.

*** Esta coluna deverá ser preenchida, apenas por Termos de Convênios, quando da solicitação de utilização dos rendimentos da aplicação financeira.***

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
Carlos Luciano Sant'Ana Vargas
Reitor

1. Assinatura do Representante Legal da Instituição Proponente

2. Assinatura do Coordenador Técnico do Projeto

SETI
SPTG
Fl.: 19
Rubrica

ANEXO 1 - PLANO DE APLICAÇÃO
1. OUTRAS DESPESAS DE CUSTEIO
Unidade Gestora do Fundo Paraná - UGF

PARANÁ
GOVERNO DO ESTADO

1.8. CUSTEIO - Serviços de Terceiros Pessoa Jurídica

Subelementos de Despesa	Ação Nº	Etapa Nº	Descrição e Finalidade	Instituição	Valor			Rendimentos Financeiros
					Valor Unitário (R$)	Qtde	Subtotal	
	4	2	Construção de sistema de monitoramento para liberação controlada de fármacos	UEPG	25.000	1	25.000	
							0	
							0	
							0	
							0	
							0	
							0	
							0	
							0	
							0	
							0	
							0	
							0	
							0	
							0	
							0	
							0	
							0	
							0	
							0	
							0	
							0	
							0	
							0	
							0	
						TOTAL	25.000	0

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
Carlos Luciano Sant'Ana Vargas
Reitor

1. Assinatura do Representante Legal da Instituição Proponente

2. Assinatura do Coordenador Técnico do Projeto

SETI SPTG Fl.: 20 Rubrica

ANEXO 1 - PLANO DE APLICAÇÃO
2. INVESTIMENTOS
Unidade Gestora do Fundo Paraná - UGF

PARANÁ
GOVERNO DO ESTADO

2.1. INVESTIMENTOS - Equipamentos e Material Permanente - NACIONAL

Subelementos de Despesa	Ação Nº	Etapa Nº	Descrição e Especificação	Instituição	Valor			Rendimentos Financeiros
					Valor Unitário (R$)	Qtde	Subtotal	
	1	2	Agitador de mesa orbital	UEPG	10.000	1	10.000	
	2	1, 2	Extrusora dupla rosca modular interpenetrante corrotativa, com alimentador lateral e matriz para filme fino tubular	UEPG	235.000	1	235.000	
							0	
							0	
							0	
							0	
							0	
							0	
							0	
							0	
							0	
							0	
							0	
							0	
							0	
							0	
							0	
							0	
							0	
							0	
							0	
							0	
							0	
							0	
						TOTAL	245.000	0

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
Carlos Luciano Sant Ana Vargas
Reitor

1. Assinatura do Representante Legal da Instituição Proponente

2. Assinatura do Coordenador Técnico do Projeto

SETI
PTG
Fl.: 21
Rubrica

ANEXO 1 - PLANO DE APLICAÇÃO
CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO
Unidade Gestora do Fundo Paraná - UGF

PARANÁ
GOVERNO DO ESTADO

ELEMENTOS DE DESPESA		VALOR PROJETO	*MÊS (ANO 1)												TOTAL	SALDO
			01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12		
3350.1400	Diárias	0													0	0
3350.3300	Passagens	0													0	0
3350.3600	Consultoria	0													0	0
3350.3000	Mat. Consumo NACIONAL	0													0	0
3350.3000	Mat. Consumo IMPORTADO	0													0	0
3350.3600	ST Pessoa Física	0													0	0
3350.4700	Obrigações Tributárias e Contributivas	0													0	0
3321.1800	Bolsas	0													0	0
	Auxílio Financeiro	0													0	0
3350.3600	ST Pessoa Jurídica	25.000								25.000					25.000	0
4450.5200	Equipamentos e Mat. Permanente NACIONAL	245.000	235.000		10.000										245.000	0
4450.5200	Equipamentos e Mat. Permanente IMPORTADO	0													0	0
4450.5100	Obras e Instalações	0													0	0
TOTAL:		270.000	235.000	0	10.000	0	0	0	0	25.000	0	0	0	0	270.000	0

Entende-se por mês 1 (um) o mês de início das atividades do projeto.

** Definir valores e cotas Sacredas monetariamente ao Projeto (se couber)*

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
Carlos Luciano Sant'Ana Vargas
Reitor

1. Assinatura do Representante Legal da Instituição Proponente

2. Assinatura do Coordenador Técnico do Projeto

ANEXO 1 - PLANO DE APLICAÇÃO

CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO

Unidade Gestora do Fundo Paraná - UGF

PARANÁ
GOVERNO DO ESTADO

ELEMENTOS DE DESPESA		SALDO ANO 1	MÊS (ANO 2)												TOTAL	SALDO
			01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12		
3390.1400	Diárias	0													0	0
3330.3600	Passagens	0													0	0
3330.3900	Consultoria	0													0	0
3330.3900	Mat. Consumo NACIONAL	0													0	0
3330.3900	Mat. Consumo IMPORTADO	0													0	0
3390.3900	ST Pessoa Física	0													0	0
3390.4700	Obrigações Tributárias e Contributivas	0													0	0
3390.1800	Bolsas	0													0	0
	Auxílio Financeiro	0													0	0
3390.3900	ST Pessoa Jurídica	0													0	0
4490.5200	Equipamentos e Mat. Permanente NACIONAL	0													0	0
4490.5200	Equipamentos e Mat. Permanente IMPORTADO	0													0	0
4490.5100	Obras e Instalações	0													0	0
TOTAL:		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

* Entende-se por mês 1 (um) o mês de início das atividades do projeto.

** Definir valores a serem liberados mensalmente ao Projeto (em anexo)

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
Carlos Luciano Sant'Ana Vargas
Reitor

1. Assinatura do Representante Legal da Instituição Proponente

2. Assinatura do Coordenador Técnico do Projeto

SETI
PTG
Fl. 22
Rubrica