



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA



### ANEXO I – PLANO DE TRABALHO

O presente Plano de Trabalho é parte integrante do Acordo de Cooperação nº 01/2021, nº processo UEL 6346.2020.33.

<b>Título do projeto</b>	<i>Aplicação de biotensoativos na otimização de processo de extração de óleos essenciais por arraste a vapor</i>
<b>Resumo do projeto</b>	Os óleos essenciais são misturas voláteis complexas, extraídas de plantas aromáticas, com propriedades bioativas. A destilação por arraste a vapor é a tecnologia mais utilizada, sobretudo em escala industrial, para a obtenção dos óleos essenciais. Embora seja eficiente, o arraste a vapor apresenta algumas limitações relacionados ao alto custo energético do processo. As tecnologias alternativas, encontradas até o momento, também apresentam suas próprias limitações, sobretudo relacionadas ao alto custo de implantação e complexidade de operação. Deste modo, a presente proposta tem como objetivo desenvolver e validar um produto a base de biotensoativos para a otimização dos processos de extração de óleos essenciais por arraste a vapor. Tal tecnologia tem potencial de reduzir os custos globais do processo, aumentando o rendimento e diminuindo o tempo necessário para extração dos óleos essenciais.
<b>Proponente do projeto</b>	<i>Doumit Camilios Neto</i>
<b>Instituição de Execução</b>	<i>Laboratórios de Bioquímica e Biotecnologia - BBTEC da UEL e Estrela da Manhã Óleos Essenciais</i>
<b>Instituição financiadora</b>	<i>Estrela da Manhã Óleos Essenciais</i>
<b>Período de vigência</b>	<i>24 meses</i>

#### 1. Identificação da proposta

A extração e a identificação de produtos naturais com atividade biológica representam uma vasta e promissora gama de oportunidades para as áreas farmacêuticas, cosméticas e de alimentos. Sete em cada dez drogas aprovadas na última década para tratamento de cânceres

e doenças infecciosas são de origem natural. Assim, compostos naturais com atividade biológica, entre estes os óleos essenciais (OEs), apresentam uma grande e crescente demanda.

O desenvolvimento de uma tecnologia simples e robusta, mediante uso de solução intensificadora de extração de OEs no processo de extração por arraste a vapor apresenta muitas vantagens. A solução composta por tensoativos naturais terá função de permeabilizar as membranas dos tricomas glandulares das plantas produtoras de OEs, propiciando uma otimização do processo de extração. Esta tecnologia pode reduzir os custos globais do processo, aumentar o rendimento de OEs, e ainda diminuir o tempo necessário para extração. Desta forma, diminuindo o tempo de extração, melhora-se a qualidade dos OEs, uma vez que os processos tradicionais envolvem altas temperaturas passíveis de alterar quimicamente os OEs. Finalmente, a proposta também tem potencial de diminuir emissões de carbono e tornar a extração de OEs ainda mais sustentável.

1.1. Título da proposta: Aplicação de biotensoativos na otimização de processo de extração de óleos essenciais por arraste a vapor

1.2. Financiamento total:

1.3. Nome do coordenador: Prof. Dr. Doumit Camilios Neto

1.4. Nome dos partícipes (pesquisadores):

Profa. Dra. Josiane A. Vignoli Camilios - BBTEC - UEL,

Michel Pedro Batista - BBTEC - UEL, químico, mestrando em Biotecnologia,

Juliana Perez Marques Teixeira BBTEC - UEL, graduanda em Ciências Biológicas.

1.5. Setor/Área: bioquímica e biotecnologia

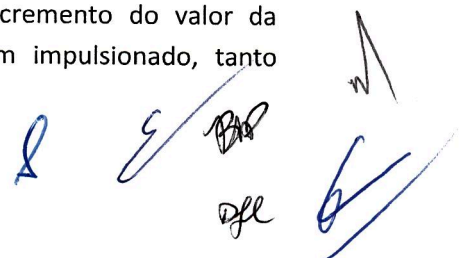
1.6. Período previsto para execução do projeto: 24 meses.

## 2. Justificativa da proposta

Os compostos naturais com atividade biológica, entre estes os óleos essenciais, apresentam uma grande e crescente demanda atualmente. Na última década, aproximadamente 70 % das drogas aprovadas para tratamento de cânceres e doenças infecciosas são de origem natural (NEWMAN; CRAGG, 2016). Assim, a extração e identificação de produtos naturais com atividade biológica representam uma vasta e promissora gama de oportunidades podendo ser utilizada nas áreas farmacêuticas, cosméticas e de alimentos (GIACOMETTI et al., 2018).

Óleos essenciais (OEs) são frações voláteis naturais extraídas de plantas aromáticas. Essas frações voláteis são misturas complexas de componentes químicos com propriedades bioativas como, terpenos, terpenoides e fenilpropenos (MEJRI et al., 2018; ZENG et al., 2016). Plantas aromáticas e seus OEs vêm sendo utilizadas desde a antiguidade como condimentos, temperos, antimicrobianos, inseticidas e agentes utilizados para conservar produtos estocados (BEY-OULD SI SAID et al., 2016).

Dentre os diferentes processos utilizados para extração de OEs destaca-se a destilação por arraste a vapor. Esta tecnologia tem sido rotineiramente utilizada para se obter OEs de diferentes plantas aromáticas, sobretudo em escala comercial (GIACOMETTI et al., 2018; TONGNUANCHAN; BENJAKUL, 2014). No entanto, o progressivo incremento do valor da energia e a necessidade de diminuição das emissões de CO<sub>2</sub> têm impulsionado, tanto

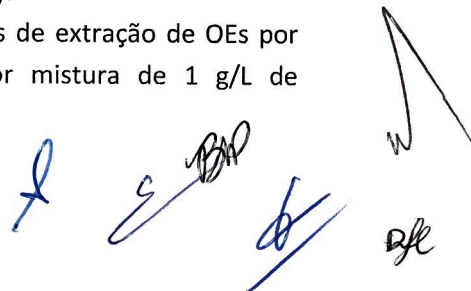


universidades como setores da indústria, a buscar tecnologias que reduzam os gastos energéticos e se adequem aos requerimentos legais de emissão de carbono (SAHRAOUI et al., 2008). O gasto energético dos processos de extração de OEs representa mais de 70 % do custo total da produção (SAHRAOUI et al., 2008). Várias estratégias vêm sendo aplicadas para inovar os métodos de extração com o objetivo de diminuir os custos energéticos e a emissão de carbono, além de aumentar a qualidade dos OEs. Entre estas pode-se citar extração com fluido supercrítico, extração com fluido subcrítico, extração assistida por ultrassom, extração assistida por micro-ondas, extração líquida pressurizada, extração por campo elétrico pulsado e extração por descargas elétricas de alta voltagem (GIACOMETTI et al., 2018). No entanto, estas inovadoras tecnologias apresentam vários fatores limitantes para a implantação industrial, principalmente, por serem de alto custo de implantação, necessitarem alto grau de controle das variáveis do processo e não serem regulamentadas para utilização industrial (CHEMAT; ZILL-E-HUMA; KHAN, 2011; GIACOMETTI et al., 2018).

Uma vez que as atuais estratégias de aprimoramento de extração de OEs apresentam limitações que inviabilizam a implantação industrial, e que a empresa Estrela da Manhã Óleos Essenciais, parceira nesta proposta, trabalha com extratores de arraste a vapor, será o foco deste projeto a extração de OEs por esta tecnologia. Assim, a presente proposta tem como objetivo desenvolver uma solução intensificadora de extração de OEs para utilização em processo de extração por arraste a vapor. Esta solução será composta por tensoativos naturais que terão como função permeabilizar as membranas dos tricomas glandulares das plantas produtoras de OEs propiciando uma otimização do processo de extração. A presente estratégia pode reduzir os custos, por apresentar potencial de aumentar o rendimento de OEs e/ou diminuir o tempo necessário para extração, que além de diminuir significativamente o custo global do processo apresenta a vantagem de reduzir as emissões de carbono. Outra vantagem de se diminuir o tempo de extração é melhorar a qualidade dos OEs, já que os processos envolvem altas temperaturas, e estas propiciam alterações químicas como hidrólise, isomerização e oxidação (AZIZ et al., 2018).

As plantas inicialmente utilizadas serão *Cordia verbenácea*, *Melaleuca alternifolia* e *Cymbopogon flexuosus*. A *Cordia verbenácea* pertencente à Família *Boraginaceae*, é um arbusto encontrado ao longo das regiões costeiras do Brasil, popularmente conhecido como erva-baleeira (MATIAS et al., 2016), cujas partes aéreas têm um aroma muito forte e persistente. A erva-baleeira é utilizada na medicina popular desde os tempos coloniais devido a suas propriedades terapêuticas. Os OEs desta plantas são constituídas principalmente de mono e sesquiterpenos (DE CARVALHO et al., 2004; PASSOS et al., 2007). Já a *Melaleuca alternifolia*, conhecida popularmente por árvore do chá, pertencente à Família *Myrtaceae*, é nativa da Austrália e Sudeste da Ásia. Há, ainda, vários estudos que relatam que esta planta apresenta atividades anti-inflamatórias, antivirais e antimicrobianas (BALDISSERA; SOUZA; BALDISSEROTTO, 2018; SCOTTI et al., 2018). *Cymbopogon flexuosus*, conhecida como capim limão, é uma planta herbácea da família *Poaceae*, nativa do leste da Índia. Os OEs desta planta vêm sendo utilizados a décadas devido as amplamente reportadas atividades farmacológicas e terapêuticas (BALTI; HADRIKH; KRIAA, 2018; DESAI; PARIKH; DE, 2014).

A Empresa Estrela da Manhã Óleos Essenciais conduziu ensaios de extração de OEs por arraste a vapor utilizando solução intensificadora (composta por mistura de 1 g/L de



Handwritten signatures and initials in blue ink at the bottom right of the page, including a large signature, a smaller signature, and several initials.

ramnolipídeos: 95 % di-RL - 5% mono-RL) com as duas espécies de plantas citadas. Os resultados preliminares mostraram que, para a *Melaleuca alternifolia* em escala piloto (15 Kg de matéria seca de planta), houve um incremento de produção (rendimento de OEs) entre 10 a 15 %, e não foi avaliado o efeito no tempo de extração. Já para *Cordia verbenácea*, em escala industrial (2000 Kg de matéria seca de planta), a utilização da solução de ramnolipídeos não promoveu melhora no rendimento e nem redução do tempo de extração. Os resultados divergentes obtidos até o momento podem estar relacionados a diversos fatores, desde diferenças anatômico-fisiológicas das plantas, concentração e composição dos OEs, até mesmo ao efeito da escala de trabalho (piloto ou industrial). Vale ressaltar, que o número muito pequeno de experimentos dificulta a avaliação dos resultados. Deste modo, a presente proposta poderá contribuir para esclarecer as questões envolvidas nos diferentes resultados obtidos para estas duas plantas. Finalmente, a utilização das soluções intensificadoras em diferentes misturas de tensoativos, concentrações e tempos de extração, assim como os efeitos destas nos tricomas glandulares e na composição dos OEs poderá conferir a robustez necessária para validação desta tecnologia proposta para aprimorar a extração de OEs por arraste a vapor.


A Estrela da Manhã é uma empresa paranaense atuante na área de produção de óleos essenciais, já consolidada no mercado e com capacidade técnica para o objeto aqui proposto.

### 3. Objetivo geral

Desenvolver soluções intensificadoras, a base de ramnolipídeos e de tensoativos de origem vegetal, para potencializar a extração de óleos essenciais por arraste a vapor.

#### 3.1. Objetivos específicos

- Montar um destilador de extração por arraste a vapor de escala de bancada;
- Desenvolver uma solução intensificadora de extração de óleos essenciais composta por ramnolipídeos;
- Desenvolver solução intensificadora de extração de óleos essenciais composta por misturas de tensoativos de origem vegetal;
- Avaliar o efeito da utilização das soluções intensificadoras no tempo de extração de óleos essenciais das plantas *Cordia verbenácea*, *Melaleuca alternifolia* e *Cymbopogon flexuosus*;
- Avaliar o efeito da utilização das soluções intensificadoras no rendimento de extração de óleos essenciais das plantas *Cordia verbenácea*, *Melaleuca alternifolia* e *Cymbopogon flexuosus*;
- Avaliar o efeito da concentração de ramnolipídeos, da solução intensificadora, no tempo e rendimento das extrações de óleos essenciais das plantas *Cordia verbenácea*, *Melaleuca alternifolia* e *Cymbopogon flexuosus*;
- Avaliar o efeito da concentração e composição de misturas de tensoativos vegetais, da solução intensificadora, no tempo e rendimento das extrações de óleos essenciais das plantas *Cordia verbenácea*, *Melaleuca alternifolia* e *Cymbopogon flexuosus*;
- Otimizar os processos de extração de óleos essenciais das plantas *Cordia verbenácea*, *Melaleuca alternifolia* e *Cymbopogon flexuosus* utilizando as soluções intensificadoras;



- Avaliar por microscopia eletrônica de varredura o efeito das soluções intensificadoras nos tricomas glandulares das plantas *Cordia verbenácea*, *Melaleuca alternifolia* e *Cymbopogon flexuosus*;
- Determinar o perfil de compostos encontrados nos óleos essenciais das plantas *Cordia verbenácea*, *Melaleuca alternifolia* e *Cymbopogon flexuosus*, extraídos com presença ou ausência das soluções intensificadoras por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas;
- Realizar ensaios de extração por arraste a vapor de óleos essenciais das plantas *Cordia verbenácea*, *Melaleuca alternifolia* e *Cymbopogon flexuosus*, utilizando as soluções intensificadoras, em escala piloto, nas condições otimizadas na escala de bancada;
- Realizar ensaios de extração por arraste a vapor de óleos essenciais das plantas *Cordia verbenácea*, *Melaleuca alternifolia* e *Cymbopogon flexuosus*, utilizando as soluções intensificadoras, em escala industrial, nas condições otimizadas na escala piloto;
- Solicitar o depósito da patente do processo e extração e seus respectivos produtos, caso este resulte em propriedade intelectual, para a proteção do conhecimento;
- Realizar publicações academias e científicas.

#### 4. Métodos de atuação

##### 4.1. Estratégia de Ação

A estratégia de ação da presente proposta inicia-se na montagem de um destilador por arraste a vapor, em escala de bancada, seguida por experimentos de: padronização de extração, utilizando soluções intensificadoras de extração; otimização dos processos de extração, utilizando as soluções intensificadoras; validação dos processos, em escala de bancada, pela avaliação dos efeitos das soluções intensificadoras nos tricomas glandulares e na composição dos produtos obtidos; e extração, em escala piloto e em escala industrial, utilizando soluções intensificadoras de extração.

Na etapa 1 da estratégia de ação da presente proposta será montado um destilador por arraste a vapor, em escala de bancada, seguido de experimentos de padronização de extração (protocolo 4.2.1). Nesta etapa se definirá os parâmetros de extração e a cinética de extração de OEs das plantas *Cordia verbenácea*, *Melaleuca alternifolia* e *Cymbopogon flexuosus* (protocolo 4.2.4).

Na etapa 2 da estratégia de ação serão preparadas as soluções intensificadoras de extração, compostas por ramnolípídeos (protocolo 4.2.2) e por misturas de tensoativos de origem vegetal (protocolo 4.2.3). Será feita, ainda, a padronização das extrações, utilizando as referidas soluções (protocolo 4.2.5).

A etapa 3 tratará da otimização dos processos de extração empregando-se as soluções intensificadoras: (i) composta por ramnolípídeos (variáveis - concentração e tempo de extração - protocolo 4.2.6); e (ii) composta por misturas de tensoativos de origem vegetal (variáveis - composição da mistura, concentração dos biotensoativos e tempo de extração - protocolos 4.2.6). A variável resposta será o rendimento de OEs.

Na etapa 4 será feita a validação dos processos de extração utilizando as soluções intensificadoras (e.g., composta por ramnolípídeos e composta por misturas de tensoativos de

origem vegetal) por dois métodos: (i) ensaios de microscopia eletrônica de varredura para avaliar o efeito das soluções intensificadoras nos tricomas glandulares das plantas *Cordia verbenácea* e *Melaleuca alternifolia* (protocolos 4.2.7); e (ii) determinação do perfil de compostos encontrados nos OEs das plantas *Cordia verbenácea*, *Melaleuca alternifolia* e *Cymbopogon flexuosus* extraídos com presença e ausência das soluções intensificadoras por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (protocolo 4.2.8).

A etapa 5 tratará de ensaios, em escala piloto, de extração por arraste a vapor de OEs das plantas *Cordia verbenácea*, *Melaleuca alternifolia* e *Cymbopogon flexuosus*, utilizando as soluções intensificadoras (estes experimentos serão realizados na empresa parceira - protocolo 4.3), nas condições otimizadas na escala de bancada (protocolo 4.2.6).

Na etapa 6 serão feitos de experimentos, em escala industrial, de extração por arraste a vapor de OEs das plantas *Cordia verbenácea*, *Melaleuca alternifolia* e *Cymbopogon flexuosus*, utilizando as soluções intensificadoras (estes experimentos serão realizados na empresa parceira), nas condições otimizadas na escala piloto (etapa 5 - experimentos realizados na empresa parceira - protocolo 4.3).

Na etapa 7 serão feitas as redações de relatórios técnicos e de pedido patente.

## **4.2. Protocolos**

### **4.2.1. Montagem do extrator por arraste a vapor de bancada.**

Será montado um extrator de bancada (Fig. 1) utilizando vidrarias (balões, juntas, conexões tubulares, condensador, funis de separação, suportes universais, garras etc.), uma manta aquecedora e um sistema de circulação de água refrigerada, este último não representado na Fig. 1.

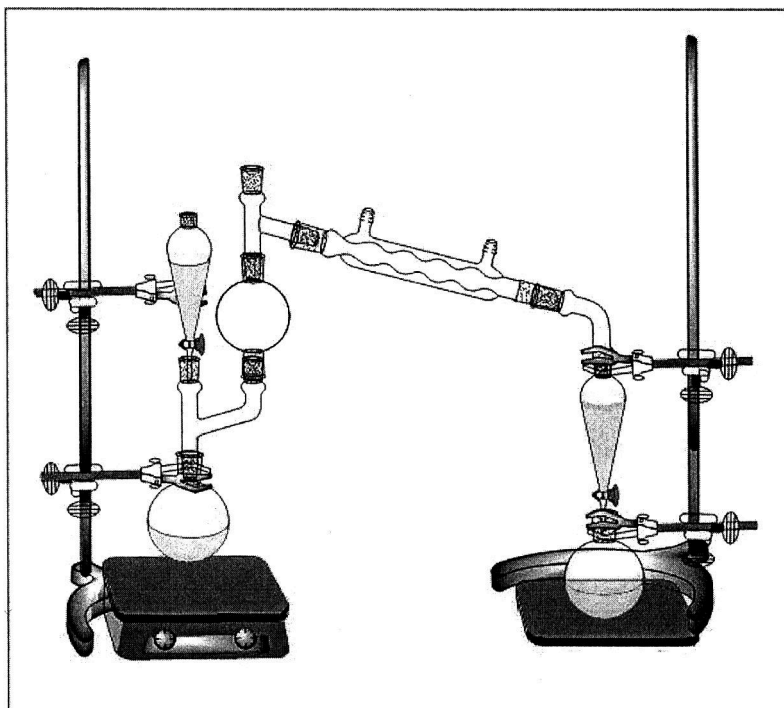
### **4.2.2. Preparo da solução intensificadora de extração de óleos essenciais composta por ramnolipídeos.**

Será utilizada para o preparo da solução intensificadora de extração uma mistura de ramnolipídeos obtida por cultivos submersos de *Pseudomonas aeruginosa* (Camílios-Neto et al., 2019). A concentração de partida será 1 mg/mL (pH 7) e serão utilizados 0,1 mL por grama de material vegetal.

### **4.2.3. Preparo das soluções intensificadora de extração de óleos essenciais compostas por misturas de tensoativos de origem vegetal.**

Os tensoativos de origem vegetal acil-glicosídeos (lauril-, capril- e decil-glicosídeos) e monoacilgliceróis serão solubilizados em água na concentração de 2 mg/mL (pH 7). Estes serão então misturados em proporção 1:1 e 0,1 mL da solução resultante será utilizada por grama de material vegetal.

Handwritten signatures and initials in blue ink, including a large 'S' on the left, 'AP' at the top, 'of' in the middle, and several other marks and lines on the right side.



**Figura 1** Modelo esquemático de extrator de arraste a vapor de bancada

#### **4.2.4. Extrações controle de óleos essenciais das plantas *Cordia verbenácea*, *Melaleuca alternifolia* e *Cymbopogon flexuosus*.**

O material vegetal das plantas *Cordia verbenácea* e *Melaleuca alternifolia* será picado e acondicionado no balão destilador (100 a 300 g). Será feito um estudo cinético (30, 45, 60, 75 e 90 minutos) para definir o tempo ótimo para obtenção de OEs.

#### **4.2.5. Extrações de óleos essenciais das plantas *Cordia verbenácea*, *Melaleuca alternifolia* e *Cymbopogon flexuosus* utilizando solução intensificadora.**

O material vegetal das plantas *Cordia verbenácea* e *Melaleuca alternifolia* será picado e acondicionado no balão destilador (massa de material vegetal e tempo de extração definidos no protocolo 4.4). O material vegetal será umedecido com as soluções intensificadoras (protocolos 4.2 e 4.3).

#### **4.2.6 Otimização dos processos de extração de óleos essenciais das plantas *Cordia verbenácea*, *Melaleuca alternifolia* e *Cymbopogon flexuosus* utilizando as soluções intensificadoras**

Experimentos de extração de óleos essenciais das plantas *Cordia verbenácea* e *Melaleuca alternifolia* utilizando solução intensificadora serão conduzidos conforme descrito nos protocolos acima. No entanto, serão avaliados: (i) os efeitos das soluções intensificadoras em tempos de extração inferiores aos que serão definidos no protocolo 4.4; (ii) concentrações de ramnolípídeos superiores e inferiores a descrita no protocolo 4.2; e (iii) diferentes concentrações (superiores e inferiores) e proporções de misturas de tensoativos de origem vegetal das descritas no protocolo 4.3.

*[Handwritten signatures and initials in blue ink]*

#### 4.2.7 Microscopia de eletrônica de varredura.

As análises de varredura dos tecidos vegetais das plantas *Cordia verbenácea*, *Melaleuca alternifolia* e *Cymbopogon flexuosus* serão realizadas através de microscopia eletrônica de varredura em microscópio Philips Quanta 200 (Laboratório de Microscopia Eletrônica e Microanálise LMEM UEL/FINEP). Para análise, uma pequena porção de tecido será presa em um suporte com auxílio de fita de carbono e recobertas de carbono e ouro.

#### 4.2.8 Cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas.

Os extratos (OEs) serão submetidos a processos de derivatização seguindo metodologias previamente estabelecidas (SASSAKI et al., 2008). Os derivados serão analisados em um cromatógrafo a gás acoplado a um espectrômetro de massa do tipo ion-trap modelo 4000 (Varian) ou em um cromatógrafo a gás acoplado a um espectrômetro do tipo quadrupolo (Shimadzu). Será utilizada uma coluna capilar VF-5ms, com 30 metros de comprimento e diâmetro interno de 0.25 mm, tendo como gás de arraste hélio ultrapuro com fluxo de 2 mL/min. O injetor será mantido a 250 °C. A rampa de temperatura terá início a 50 °C, mantida por 2 min, elevando-se a 90 °C (20 °C/min), mantida por 1 minuto e então elevada a 280 °C (5 °C/min) mantendo-se por 2 minutos. Os espectros serão obtidos por ionização por impacto de elétrons com energia de 70 eV a 250 °C. A identificação dos compostos ocorrerá por meio da análise dos espectros de massas gerados, comparação do tempo de retenção com padrões e com o auxílio das bibliotecas NIST presentes nos softwares Varian MS Workstation Data Review 6.9 e/ou Shimadzu GCMS Solution 4.2.

#### 4.3 Escalonamento do processo e validação em escala industrial

Os ensaios de escalonamento (escala piloto e industrial) de extração por arraste a vapor de OEs das plantas *Cordia verbenácea*, *Melaleuca alternifolia* e *Cymbopogon flexuosus*, utilizando as soluções intensificadoras serão realizados na Empresa Estrela da Manhã. Os experimentos em escala piloto serão realizados em reator piloto com capacidade de 15 Kg de massa de material vegetal, enquanto os ensaios em escala industrial serão realizados em reatores industriais de capacidade de 2000 Kg de material vegetal.

### 5. Resultados esperados

Com a execução da presente proposta espera-se desenvolver dois produtos a base de biotensoativos. O primeiro seria uma solução composta por ramnolipídeos e seu respectivo produto e o segundo uma solução composta por misturas de tensoativos de origem vegetal também com seu respectivo produto, capazes de aumentar a eficiência de extração de óleos essenciais por arraste a vapor. Assim, a expectativa é a definitiva validação desta tecnologia, mostrando o efeito do produto na planta e nos óleos essenciais obtidos. A utilização destes produtos poderá reduzir consideravelmente os custos de extração, devido ao potencial de aumento do rendimento de óleos essenciais e melhorar a qualidade dos óleos essenciais por diminuir o tempo necessário para extração.



Handwritten signatures in blue ink, including a large stylized signature and several smaller ones, located at the bottom right of the page.

Espera-se, que ao final da cooperação que a solução composta por misturas de tensoativos de origem vegetal seja licenciada para a cooperadora utilizar em processo de produção.

### Cronograma detalhado

↓Etapas (ver estratégia de ação - item 4.1)	Ano 1												
	Mês →	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Etapa 1</b>	x	x	x										
<b>Etapa 2</b>	x	x	x	x									
<b>Etapa 3</b>				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Ano 2												
Mês →	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<b>Etapa 3</b>	x	x	x	x									
<b>Etapa 4</b>				x	x	x	x	x	x				
<b>Etapa 5</b>						x	x	x					
<b>Etapa 6</b>								x	x	x			
<b>Etapa 7</b>												x	x

### 6. Infraestrutura e contrapartida econômica/financeira

A montagem do destilador por arraste a vapor de bancada será proporcionada pela empresa parceira - Estrela da Manhã Óleos Essenciais - e será doado para Universidade ao final do projeto. Todos os equipamentos necessários para a realização do projeto encontram-se disponíveis ao grupo. Os experimentos de preparo das soluções de intensificadora de extração, desde o cultivo, extração de ramnolípídeos, assim como os preparo propriamente dito das soluções (ramnolípídeos ou misturas de tensoativos de origem vegetal) serão desenvolvidos nos laboratórios multiusuários do Departamento de Bioquímica e Biotecnologia da Universidade Estadual de Londrina. Estes detêm todos os equipamentos necessários para realizações das fermentações (fermentadores de bancada, agitadores orbitais, incubadores bacteriológicos, câmara de fluxo laminar, entre outros), assim como os equipamentos necessários para extração e quantificação dos ramnolípídeos (capela de fluxo, rotaevaporadores, espectrofotômetros, liofilizador, entre outros). Os experimentos de microscopia eletrônica de varredura serão realizados no laboratório de Microscopia Eletrônica e Microanálise LMEM UEL/FINEP. Os ensaios de Cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas serão realizados no laboratório de Análise de Materiais e Moléculas

de LAMM-UEL/FINEP. Os experimentos de extração por arraste a vapor, tanto em escala piloto quanto em industrial, serão realizados pela empresa parceira – Estrela da Manhã Óleos Essenciais.

## 7. Impactos e benefícios

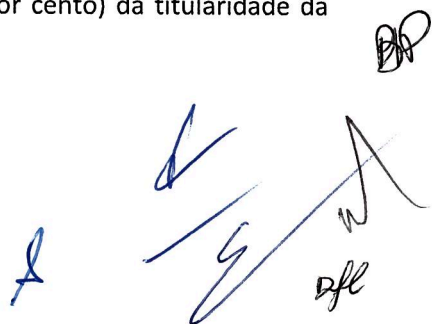
A demanda para atividades relacionadas a OEs representam alto potencial de mercado nas áreas farmacêuticas, cosméticas e alimentícias, fazendo com que surjam novas pesquisas para sua extração e para a identificação de produtos naturais com atividades biológicas. O desenvolvimento de uma tecnologia robusta de otimização de extração impactará de forma positiva diretamente no processo de extração de OEs por arraste a vapor, já estabelecido pela Estrela da Manhã Óleos Essenciais. A tecnologia tem potencial de reduzir os custos globais do processo; aumentar o rendimento de OEs; e ainda diminuir o tempo necessário para extração, que por sua vez melhora a qualidade dos OEs, uma vez que os processos envolvem altas temperaturas passíveis de alterar quimicamente os OEs.

Assim, a execução desta proposta impactará positivamente: I) a empresa parceira - Estrela da Manhã Óleos Essenciais, pois ela deterá a tecnologia com potencial de otimização do processo de extração de OEs, e promoverá o fomento econômico regional; II) A Universidade Estadual de Londrina, através de percentual de titularidade da propriedade intelectual resultante do desenvolvimento da tecnologia de uso da solução intensificadora de extração de óleos essenciais; III) Os alunos de pós-graduação e graduação direta e indiretamente envolvidos com o desenvolvimento da proposta, através da formação de recursos humanos com treinamentos técnico-científico, facilitando a ingresso destes futuros profissionais no mercado de trabalho; IV) A sociedade, colocando à disposição desta um produto com mais qualidade, de origem natural, com grande potencial para tratamentos de doenças e preço justo; e V) meio ambiente, através da diminuição emissões de carbono, o que tornará a extração de OEs ainda mais sustentável.

## 8. Percentual de participação

De acordo com o item 5, espera-se que o presente projeto resulte em duas tecnologias, cabendo a cada uma um percentual diferente de participação. Conforme a contribuição das partes no desenvolvimento do objeto desta cooperação no:

- 1) processo de otimização de extração por arraste a vapor de óleos essenciais através de tecnologia de solução intensificadora a base de misturas de ramnolípídeos, a UEL terá 70% (setenta por cento) e a cooperadora 30% (trinta por cento) da titularidade da propriedade intelectual resultante;
- 2) processo de otimização de extração por arraste a vapor de óleos essenciais através de tecnologia de solução intensificadora a base de misturas de tensoativos de origem vegetal, a UEL terá 30% (trinta por cento) e a cooperadora 70% (setenta por cento) da titularidade da propriedade intelectual resultante.



## 10. Recursos solicitados

Etapas do Projeto	Elemento de despesa	Finalidade	Etapas de Execução	Valor Total R\$
<b>Recursos solicitados em despesa capital</b>				
1	Vidraria do destilador por arraste a vapor de bancada	Ensaio de extração de OEs	Meses 1 a 3	Fornecido pela Empresa
<b>Recursos solicitados em despesa de custeio</b>				
2 e 3	Meios de cultivos (triptona, extrato de levedura, caseinato de sódio, sais, glicerol, etc.). Solventes para extração dos ramnolipídeos (clorofórmio, metanol). Reagentes para quantificação (ácido sulfúrico, padrão de ramnose). Tensoativos de origem vegetal	Preparo das soluções intensificadoras de extração, compostas por ramnolipídeos e por misturas de tensoativos de origem vegetal. Padronização e otimização dos processos de extração utilizando as soluções intensificadoras	Meses 1 a 16	3.000,00
4	Análises microscopia eletrônica de varredura no LMEM UEL/FINEP. vias, reagentes para de derivatização para ensaios de cromatografia gasosa	Validação dos processos de extração utilizando as soluções intensificadoras por: ensaios de microscopia eletrônica de varredura; e determinação do perfil de compostos encontrados nos OEs por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas.	Meses 16 a 21	6.000,00
5 e 6	Insumo para o preparo das soluções intensificadoras em grande quantidade.	Ensaio de extração por arraste a vapor em escala piloto e em escala industrial.	18 a 22	3.000,00
...	<b>Total</b>	.....		<b>12.000,00</b>
	<b>Taxa FAUEL (10%)</b>	.....		<b>1.200,00</b>
	<b>Total do custeio</b>	.....		<b>13.200,00</b>
...	<b>Forma de repasse</b>	<b>18 parcelas mensais de R\$ 734,00*</b>		

\*já incluídos os 10 % de repasse para FAUEL

## 9. Referências

AZIZ, Z. A. A. et al. Essential Oils: Extraction Techniques, Pharmaceutical And Therapeutic Potential - A Review. **Current Drug Metabolism**, [s. l.], v. 19, n. 13, p. 1100–1110, 2018.

BALDISSERA, M. D.; SOUZA, C. F.; BALDISSEROTTO, B. Microbial Pathogenesis Melaleuca alternifolia essential oil prevents bioenergetics dysfunction in spleen of silver catfish naturally infected with Ichthyophthirius multifiliis. **Microbial Pathogenesis**, [s. l.], v. 123, n. May, p. 47–51, 2018.

BALTI, M. A.; HADRICH, B.; KRIAA, K. Lab-scale extraction of essential oils from Tunisian lemongrass (Cymbopogon flexuosus). **Chemical Engineering and Processing: Process Intensification**, [s. l.], v. 124, n. December 2017, p. 164–173, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.cep.2017.12.012>>

BEY-OULD SI SAID, Z. et al. Essential oils composition, antibacterial and antioxidant activities of hydrodistilled extract of Eucalyptus globulus fruits. **Industrial Crops and Products**, [s. l.], v. 89, p. 167–175, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.05.018>>

- CHEMAT, F.; ZILL-E-HUMA; KHAN, M. K. Applications of ultrasound in food technology: Processing, preservation and extraction. **Ultrasonics Sonochemistry**, [s. l.], v. 18, n. 4, p. 813–835, 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1350417710002385>>
- DE CARVALHO, P. M. et al. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Cordia verbenacea* D.C. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 95, n. 2–3, p. 297–301, 2004.
- DESAI, M. A.; PARIKH, J.; DE, A. K. Modelling and optimization studies on extraction of lemongrass oil from *Cymbopogon flexuosus* (Steud.) Wats. **Chemical Engineering Research and Design**, [s. l.], v. 92, n. 5, p. 793–803, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.cherd.2013.08.011>>
- GIACOMETTI, J. et al. Extraction of bioactive compounds and essential oils from mediterranean herbs by conventional and green innovative techniques: A review. **Food Research International**, [s. l.], v. 113, n. March, p. 245–262, 2018.
- MATIAS, E. F. F. et al. Seasonal variation, chemical composition and biological activity of the essential oil of *Cordia verbenacea* DC (Boraginaceae) and the sabinene. **Industrial Crops and Products**, [s. l.], v. 87, p. 45–53, 2016.
- MEJRI, J. et al. Emerging extraction processes of essential oils: A review. **Asian Journal of Green Chemistry**, [s. l.], v. 2, n. 3, p. 246–267, 2018.
- NEWMAN, D. J.; CRAGG, G. M. Natural Products as Sources of New Drugs from 1981 to 2014. **Journal of Natural Products**, [s. l.], v. 79, n. 3, p. 629–661, 2016.
- PASSOS, G. F. et al. Anti-inflammatory and anti-allergic properties of the essential oil and active compounds from *Cordia verbenacea*. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 110, n. 2, p. 323–333, 2007.
- SAHRAOUI, N. et al. Improved microwave steam distillation apparatus for isolation of essential oils. Comparison with conventional steam distillation. **Journal of Chromatography A**, [s. l.], v. 1210, n. 2, p. 229–233, 2008.
- SASSAKI, G. L. et al. Application of acetate derivatives for gas chromatography-mass spectrometry: Novel approaches on carbohydrates, lipids and amino acids analysis. **Journal of Chromatography A**, [s. l.], v. 1208, n. 1–2, p. 215–222, 2008.
- SCOTTI, L. et al. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis Analysis of biologically active oxypropenylated phenylpropanoids in Tea tree oil using selective solid-phase extraction with UHPLC-PDA detection. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, [s. l.], v. 154, p. 174–179, 2018.
- TONGNUANCHAN, P.; BENJAKUL, S. Essential Oils: Extraction, Bioactivities, and Their Uses for Food Preservation. **Journal of Food Science**, [s. l.], v. 79, n. 7, p. 1231–1249, 2014.
- ZENG, Q. H. et al. Comparative extraction processes, volatile compounds analysis and antioxidant activities of essential oils from *Cirsium japonicum* Fisch. ex DC and *Cirsium setosum* (Willd.) M.Bieb. **LWT - Food Science and Technology**, [s. l.], v. 68, p. 595–605, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2016.01.017>>

OK

DAP

N

f

S/S