

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN**

Defesa de TESE de Doutorado PGDesign/2015

M.Sc. CAROLINA BUSTOS RAFFAINER

**Design e Seleção de Materiais no Micro e Nano Encapsulamento de Óleo
Essencial de *Lavandula angustifolia* Miller para aplicação em madeira-balsa**

Porto Alegre

2015

M.Sc. Carolina Bustos Raffainer

Design e Seleção de Materiais no Micro e Nano Encapsulamento de Óleo Essencial de *Lavandula angustifolia* Miller para aplicação em madeira-balsa

Tese apresentada ao programa de Pós-Graduação em *Design* da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito para obtenção do título de Doutora em *Design*.

Orientador: Prof. Dr. Wilson Kindlein Júnior
Co-orientador: Prof. Dra. Letícia Scherer Koester

Linha de Pesquisa: Percepção x Materiais

Porto Alegre

2015

M. Sc. CAROLINA BUSTOS RAFFAINER

**Design e Seleção de Materiais no Micro e Nano Encapsulamento de Óleo
Essencial de *Lavandula angustifolia* Miller para aplicação em madeira-balsa**

Esta tese foi julgada adequada para a obtenção do título de Doutora em Design e aprovado em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação em Design (PGDesign) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 23 de outubro de 2015.

Prof. Dr. Regio Pierre da Silva
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Design da UFRGS

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Wilson Kindlein Júnior
Orientador
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dra. Letícia Scherer Koester
Orientador
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Álvaro Meneguzzi
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Luis Henrique A. Cândido
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dra. Miriam Anders
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dra. Tatiana Louise A. C Rocha
Universidade do Vale do Rio dos Sinos

Aos meus amores,
Ana Sofia e Ricardo.

AGRADECIMENTOS

São inúmeros os agradecimentos.

Agradeço inicialmente à minha filha, Ana Sofia, por me ensinar o desafio de acreditar que nada é impossível, e ao meu marido, Ricardo, pelo seu amor e companheirismo.

Agradeço ao meu orientador, Wilson Kindlein Junior e a minha co-orientadora, Letícia Scherer Koester, por terem acreditado neste projeto e por brindarem-me com essa oportunidade de aprendizado e serem tão brilhantes e impecáveis nas orientações. Além de todo apoio, amizade e ensinamentos passados ao longo deste tempo.

Agradeço à Luiza Rocha e Leticia Lucca por todo o suporte nos Laboratórios LdSM e LDGF.

Quero, igualmente, expressar minha mais profunda gratidão a todos os professores (Liane Roldo, Lauren Duarte, Fábio Pinto da Silva e Luis Henrique Cândido) e alunos (Felipe Palombini, Wagner Rossi, Rodolfo Dalla Costa, Elisa Beretta, Mariana Pohlmann) do Laboratório LdSM.

Também gostaria de agradecer aos Laboratórios LDGF, LACER e LAVEG, em especial ao Prof. Dr. Jorge Mariah. Ao Lab. ITT Fuse (Engenharia de Materiais Unisinos), em especial a profa. Dra. Tatiana Rocha.

Muitos são os agradecimentos. Por este motivo, quero agradecer a todos os professores e alunos do Laboratório LdSM e a todos aos colegas que, das mais diversas formas, tanto me auxiliaram neste trabalho.

Agradeço à Jacky Cavallari por acreditar e executar as caixinhas de madeira de prova. Ao programa, aos professores e aos funcionários do PGDesign e a SEDETEC sem os quais não seria possível tornar realidade este projeto.

Por fim, agradeço a Deus pela dádiva da vida.

RESUMO

A relação do produto com o usuário envolve diretamente aspectos perceptivos e sensoriais. Dentre eles, existe um eixo importante, mas pouco explorado, que é a percepção olfativa de determinados produtos. Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo desenvolver e aplicar microcápsulas poliméricas/cerâmicas e micro/nanopartículas lipídicas olfativas contendo óleo essencial de *Lavandula angustifolia* Miller em madeira, com foco na liberação controlada dos componentes ativos, responsáveis pelo odor, visando ao bem estar do usuário. O método utilizado para a elaboração das microcápsulas foi a polimerização interfacial por solubilização e, para as nanopartículas lipídicas, a homogeneização à alta pressão (HAP). As microcápsulas e nanopartículas lipídicas foram caracterizadas por diferentes técnicas, dependendo do tipo de carreador, dentre elas: microscopia de varredura eletrônica (MEV), espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier (FTIR), análise termogravimétrica (TGA), microscopia ótica (MO), granulometria a Laser, microtomografia computadorizada, entre outros. Os resultados demonstraram a viabilidade de produzir micropartículas cerâmicas e poliméricas e micro e nanopartículas lipídicas com óleo de *Lavandula angustifolia* encapsulado, com morfologias esféricas regulares em dimensões micrométricas ou manométricas. Os resultados mais satisfatórios no que se refere à impregnação e à aparência estética do suporte de madeira foram obtidos com as micro e nanopartículas lipídicas.

Palavras chave: Microcápsulas. Nanopartículas lipídicas. Carreadores Lipídicos. Óleo essencial de *Lavandula angustifolia* Miller. Percepção olfativa. Design.

ABSTRACT

The relation of a product to its user directly affects perceptual and sensory characteristics. An important area which has not been properly explored involves product olfactory perception. This work proposes the development and application of polymeric microcapsules/ceramics and olfactory lipid micro/nanoparticles containing essential oil of *Lavandula angustifolia* Miller on organic material (wood), with the purpose of controlling the aroma and provide the user's well-being. Interfacial polymerization process and high pressure homogenization (HAP) were employed to produce the microcapsules and the lipid nanoparticles, respectively. Microcapsules and lipid nanoparticles were characterized by suitable techniques, such as Scanning Electron Microscope (SEM), Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) spectroscopy, thermogravimetry (TGA), optic microscopy (OM), laser particle size analysis, computerized microtomography, among others. Results showed the feasibility of obtaining ceramic and polymeric microcapsules and lipid micro and nanoparticles with *Lavandula angustifolia* oil encapsulated which showed regular spherical morphology in micrometer or nanometric dimensions. Best results with respect to wood support impregnation and aesthetic appearance were obtained with lipid micro and nanoparticles.

Key words: Microencapsulation. Lipid nanoparticles. Essential oil *Lavandula angustifolia* Miller. Olfactory perception. Design.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Contexto usuário – produto/material	21
Figura 2 – Atributos táteis de materiais	22
Figura 3 – Avaliação do <i>design</i> emocional.....	33
Figura 4 – Síntese de características e especificidades das cinco modalidades sensoriais	35
Figura 5 – Sistema Límbico.....	38
Figura 6 – Transmissão dos neurônios	42
Figura 7 – Caracterização química de alguns óleos voláteis	49
Figura 8 – Diagrama esquemático dos potenciais caminhos da ação dos óleos essenciais na aromaterapia clínica	52
Figura 9 – Flor da <i>Lavandula angustifolia</i>	53
Figura 10 – Constituintes e estruturas dos componentes do óleo essencial de <i>Lavandula officinalis</i>	57
Figura 11 – Ilustração da morfologia das microcápsulas	61
Figura 12 – Classificação topográfica das propriedades do revestimento	63
Figura 13 – Ilustração Esquemática das Microcápsulas e secção transversal de uma microcápsula idealizada (r m e r c).....	64
Figura 14 – Tipos de Revestimentos Funcionais.....	66
Figura 15 – Microcápsulas poliméricas de óleo de laranja.....	67
Figura 16 – Microcápsulas nos tecidos, na superfície (A) e entre as fibras (B).....	68
Figura 17 – Impregnação a vácuo na execução do composto de mudança de fase. 70	
Figura 18 – Formação de Nanopartículas Lipídicas	73
Figura 19 – Processo de produção de Nanopartículas Lipídicas que utilizam frio e quente com a técnica de homogeneização em alta pressão.....	74
Figura 20 – Carreador Lipídico Nanoestruturado	84
Figura 21 – Diagrama da Tese - esquema metodológico.....	85
Figura 22 – Impregnação por imersão	92
Figura 23 – Impregnação a vácuo.....	93
Figura 24 – Microcápsulas poliméricas apresentam variações de tamanhos conforme utilização de diferentes surfactantes com 8 mL de óleo essencial: (A) com surfactante CTAB, (B) com surfactante SLS, (C) com surfactante <i>Tween</i> 20 e (D) com surfactante <i>Tween</i> 80	99

Figura 25 – Microcápsulas cerâmicas apresentam variações de tamanhos conforme utilização de diferentes surfactantes com 8 mL de óleo essencial	100
Figura 26 – FTIR: óleo essencial de <i>Lavandula angustifolia</i> versus óleo sintético de lavanda.....	101
Figura 27 – FTIR: microcápsulas (preto) versus microcápsula vazia (vermelho) e óleo essencial puro de <i>Lavandula angustifolia</i> (azul).....	102
Figura 28 – Termograma de microcápsulas cerâmicas contendo óleo essencial de <i>Lavandula angustifolia</i> (A).....	103
Figura 29 – Termograma de microcápsulas poliméricas contendo óleo essencial de <i>Lavandula angustifolia</i> (B).....	104
Figura 30 – TGA: microcápsulas poliméricas de óleo essencial puro de <i>Lavandula angustifolia</i> , casca e óleo essencial (A e B).....	105
Figura 31 – TGA: microcápsulas poliméricas de óleo essencial puro de <i>Lavandula angustifolia</i> , casca e óleo essencial (C).....	106
Figura 32 – Granulometria a laser de microcápsulas poliméricas obtidas com diferentes surfactantes A (CTAB); B (<i>Tween</i> 20); C (<i>Tween</i> 80).....	107
Figura 33 – Análise da madeira balsa fotografia (A) e por MEV (B).....	108
Figura 34 – Teste 1 (impregnação sem adição de resina) Presença de pó branco na superfície da madeira.....	109
Figura 35 – MEV antes da imersão e sequência de aumentos de 1000x a 5000x. (A) madeira-balsa antes das imersões, (B) microcápsulas na superfície do suporte em um aumento de 1000x, (C) corte transversal, microcápsulas nos sulcos da madeira aumento de 1200x, (D) corte transversal profundo do suporte e microcápsula inserida com um aumento de 5000x. Amostras sem adição de resina.....	110
Figura 36 – Teste 2 (amostras de 5 cm x 5 cm), após imersão sem adição de resina (fenda da madeira já existente no suporte).....	111
Figura 37 – MEV antes da imersão e sequência de aumentos (A) imersão 2 horas, (B) imersão 4 horas, (C) imersão 24 horas. Amostras sem adição de resina	112
Figura 38 – Teste 3 (foto após imersão com adição de resina 38g).....	113
Figura 39 – Teste 3 MEV antes da imersão e sequência de aumentos de 100x a 1800x e tempos. Amostras com adição de resina (38g)	115
Figura 40 – Teste 4 amostra (5cm x 5cm) (foto detalhe após imersão de microcápsulas com adição de resina (38g).....	116

Figura 41 – Teste 4 MEV sequência de aumentos e tempos com espessura (2mm e 1mm), conforme especificado em cada figura abaixo	117
Figura 42 – Teste 5 (foto após imersão) amostras com adição de resina (76g)	118
Figura 43 – Teste 5 MEV sequência de aumentos e tempos com espessura (2 mm) conforme especificado em cada figura abaixo	119
Figura 44 – Teste 6 MEV sequência de aumentos e tempos com espessura (2 mm) conforme especificado em cada figura abaixo	121
Figura 45 – Mostra o processo do Teste 2, cera pura de abelha (A e B), processo de homogeneização Ultra-Turrax (C e D), resultado do Carreador Lipídico Microestruturado	124
Figura 46 – Fotografia da amostra sem impregnação (A) e após impregnação por imersão (B).....	127
Figura 47 – Imersão das madeiras na solução F1 (MEV). Imersão 4 horas com verificação superficial e transversal e os seguintes aumentos 500x, 2000x e 4000x	129
Figura 48 – Impregnação das madeiras pelo CLM por sistema de pistola F1	130
Figura 49 – Curva de distribuição do tamanho de partícula de um lote de CLN	132
Figura 50 – Registro fotográfico do processo de impregnação por pistola.....	132
Figura 51 – Registro fotográfico do processo de impregnação por imersão	133
Figura 52 – MEV da Impregnação por pistola das madeiras na suspensão F1 do CLN, cortes transversais das amostras com aumentos de 500x (A), 1000 x (B) e 1500x (C) e (D).....	134
Figura 53 – Impregnação por Imersão das madeiras na solução F1 por um tempo de 4 horas. Corte transversal das amostras com aumentos de 500x (A) e (B), 1500x (C) e 1000x (D).....	135
Figura 54 – Impregnação Carreador Lipídico Microestruturado (CLM)	136
Figura 55 – Impregnação do Carreador Lipídico Microestruturado (CLM) por pistola das madeiras na solução F1. Corte transversal da amostra com aumento 400x (A), 1000x (B) e 3000x (C e D).....	137
Figura 56– Impregnação Carreador Lipídico Nanoestruturado (CLN). Detalhe da amostra após impregnação	138
Figura 57 – Impregnação por pistola das madeiras na solução F1, Carreador Lipídico Nanoestruturados (CLN). Impregnação por pistola com aplicação tempo em 10	

segundos, corte transversal e aumentos de 400x (A), 1000x (B), 3000x (C) e 4000x (D).....	139
Figura 58 – Amostra submetida ao teste de cromatografia à gás (CG). Fotografia após impregnação.....	140
Figura 59 – Equipamento de cromatografia à gás (CG) Cromatógrafo a gás 5975C acoplado a espectrômetro de massas (Agilent Technologies, USA).....	141
Figura 60 – Resultado da percentagem linalol	143
Figura 61 – Cromatograma de madeira impregnada com CLM (A); Cromatograma de madeira impregnada com CLN (B).....	144
Figura 62 – Espectro de massas do linalol (C), Espectro de massas do acetato de linalila (D)	145
Figura 63 – Curva de liberação de linalol a partir da madeira impregnada com micro e nanopartícula lipídica sólida	147
Figura 64– Amostra com distribuição interna de CLN onde, na cor azul, podem ser vistos os elementos vasculares compostos por floema e xilemas e, em vermelho, o Carreador Lipídico Nanoestruturado (CLN) (A), Perspectiva (B), Perspectiva Cônica (C), Corte Frontal (D) e Vista Superior (E)	148

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Óleo Essencial com ação na função imunológica	50
Quadro 2 – Componentes analgésicos de alguns óleos comuns.....	51
Quadro 3 – Efeitos predominantes com a redução da escala	71
Quadro 4 – Testes de imersão	91
Quadro 5 – Formulações de micropartículas lipídicas sólidas testadas	95
Quadro 6 – Teste por imersão.....	97
Quadro 7 – Teste 2 com variação de TCM e núcleo oleoso	125
Quadro 8 – Caracterização do CLN	126
Quadro 9 – Testes de impregnação por imersão e pistola (MLC)	128
Quadro 10 – Testes de impregnação (NLC).....	131
Quadro 11 – Teor (%) de linalol nas formulações de micro e nanopartícula lipídica sólida.....	146

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

a.C.	Antes de Cristo
AFM	Microscópio de Força Atômica
AHNA	Holistic American Nurses Association (Associação Americana Holística de Enfermeiras)
AIDS	Síndrome da Imunodeficiência Humana
CAD/CAM	Computer Aided Design / Computer Aides Manufacture
CLN	Carreador Lipídico Nanoestruturado
CLM	Carreador Lipídico Microestruturado
CAS	Chemical Abstracts Service
CG	Cromatografia Gasosa
CTAB	Brometo de Cetil Trimetilamônio
ECR	Ensaio Clínicos Randomizados
EDX	Detector de Energia Dispersiva
EUA	Estados Unidos da América
FTIR	Espectroscopia de Infravermelho por Transformada de Fourier
GABA(A)	Receptor GABA(A)
HIV	Human Immunodeficiency Virus
HAP	Homogeneização à Alta Pressão
IgG	Imunoglobulina
IgM	Imunoglobulina Humana
LACER	Laboratório
LDGF	Laboratório de Desenvolvimento Galênico da Faculdade de Farmácia da UFRGS
LdSM	Laboratório de <i>Design</i> e Seleção de Materiais
LPS	Lipopolissacarídeo
MEV	Microscopia Eletrônica de Varredura
MLS	Micropartículas Lipídicas Sólidas
MO	Microscopia Óptica
MS	Monoestearina
HS-GC	Head Space – Gas Chromatography (Cromatografia Gasosa)
NBR ISO	Norma Brasileira International Organization for Sanitization

NLC	Nanostructured Lipid Carriers (Carreador Lipídico Nanoestruturado)
PCM	Phase- change material
PGDesign	Programa de Pós-Graduação em Design
PPGCF	Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas
Ph	Medida (Potencial Hidrogeniônico)
PNI	Psychoneuroimmunology
PPGCF	Programa de Pós-Graduação Ciências Farmacêuticas
PVA	Polivinil Álcool
RMN	Ressonância Magnética Nuclear
Rpm	Rotação por Minuto
SEDETEC	Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico
SLN	Nanopartícula Lipídica Sólida
SLNs	Nanopartículas Lipídicas Sólidas
SLS	(Surfactante) Lauril Sulfato de Sódio
SNC	Sistema Nervoso Central
TCM	Triglicerídeos de Cadeia Média
TEOS	Tetraetil Ortosilicato
TGA	Análise de Termogravimetria
TWEEN 20	Tensoativo polissorbato 20
TWEEN 80	Tensoativo polissorbato 80
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
USA	Estados Unidos da América

LISTA DE SÍMBOLOS

µm	Micrômetro
A/O/A	Água/Óleo/Água
cm	Centímetro
DI	Água Deionizada
g	grama
h	Hora
min	Minuto
mL	Mililitro
nm	Nanômetros
O/A	Óleo/Água
s	Segundo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	19
1.1	IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA.....	27
1.1.1	Problema	27
1.1.2	Hipótese	27
2	OBJETIVOS	28
2.1	OBJETIVO GERAL.....	28
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	28
3	REFERENCIAL TEÓRICO	29
3.1	DESIGN E EMOÇÃO.....	29
3.2	SISTEMA OLFATIVO	35
3.2.1	Percepção Olfativa	36
3.2.2	Sistema Límbico	37
3.3	ÓLEOS ESSENCIAIS E A SAÚDE.....	43
3.3.1	Visão Histórica	43
3.3.2	Os Benefícios dos Óleos Essenciais na Saúde e Aromaterapia	46
3.3.3	Óleo Essencial de <i>Lavandula angustifolia</i>	52
3.3.4	A Composição Química e a Qualidade dos Óleos Essenciais	56
3.4	MICROCÁPSULAS.....	58
3.4.1	Materiais para Microencapsulação	63
3.4.2	Aplicações em Tecidos e Impregnações	67
3.5	NANOPARTÍCULAS.....	70
3.5.1	Nanopartículas e Carreadores Lipídicos Nanoestruturados	72
3.6	MÉTODOS DE CARACTERIZAÇÃO.....	78
3.6.1	Cromatografia Gasosa (CG)	78
3.6.2	Microscopias Óptica (MO), Eletrônica de Varredura (MEV) e de Força Atômica (AFM)	79
3.6.4	Espectroscopia de Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR)	80
3.6.5	Granulometria a <i>Laser</i>	81
3.6.6	Avaliação da Densidade	81
3.6.7	Avaliação da Viscosidade	82
3.6.8	Homogeneização à Alta Pressão	82
3.6.9	Microtomografia Computadorizada	82

4	MATERIAIS E MÉTODOS	83
4.1	MATERIAIS PARA PREPARAÇÃO DE MICROCÁPSULAS E SUPORTE ..	86
4.1.1	Método de Obtenção das Microcápsulas Baseado em Ghosh (2006)	88
4.1.2	Caracterização das Microcápsulas Obtidas	89
4.1.3	Impregnação dos Materiais com Microcápsulas – Suporte Madeira - Balsa	90
4.1.3.1	Impregnação por Imersão	91
4.1.3.2	Impregnação a Vácuo	92
4.2	MATERIAIS PARA A PREPARAÇÃO DOS CARREADORES LIPÍDICOS NANO E MICROESTRUTURADOS E SUPORTE	93
4.2.1	Micropartículas Lipídicas Sólidas Contendo Óleo Essencial de <i>Lavandula angustifolia</i>	94
4.2.2	Caracterização Físico-Química das Micro e Nanopartículas Lipídicas Sólidas de Óleo Essencial de <i>Lavandula angustifolia</i>	96
4.2.3	Impregnação dos Materiais – Suporte Madeira Balsa	96
5	RESULTADOS DAS MICROCÁPSULAS	98
5.1	RESULTADOS DO MÉTODO DE OBTENÇÃO DE MICROCÁPSULAS POLIMÉRICAS E CERÂMICAS BASEADO EM GHOSH (2006)	98
5.1.1	Espectroscopia de Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR)	100
5.1.2	Análise Termogravimétrica (TGA)	102
5.1.3	Granulometaria a <i>Laser</i>	106
5.2	IMPREGNAÇÃO POR IMERSÃO E POR VÁCUO.....	108
5.2.1	Imersão a Vácuo	109
5.2.1.1	Teste 1	109
5.2.2	Impregnação à Base de Imersão	111
6	RESULTADOS DA OBTENÇÃO DE CARREADORES LIPÍDICOS MICRO E NANOESTRUTURADOS (CLN E CLM)	122
6.1	PREPARAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS CARREADORES LIPÍDICOS CONTENDO ÓLEO ESSENCIAL DE <i>Lavandula angustifolia</i>	122
6.2	IMPREGNAÇÕES DOS CARREADORES EM MADEIRA	126
6.2.1	Impregnação da Madeira com Carreadores Lipídicos Microestruturados	127
6.2.1.1	Métodos Testados	127

6.2.1.2 Resultados Obtidos	128
6.2.2 Impregnação da Madeira com Carreadores Lipídicos Nanoestruturados	131
6.2.2.1 Métodos Testados	131
6.2.2.2 Resultados Obtidos	131
6.2.3 Impregnação da Madeira com Carreadores Lipídicos Microestruturados (CLM) com vistas ao monitoramento da aparência e do controle da liberação de voláteis.....	136
6.2.4 Impregnação da Madeira com Carreadores Lipídicos Nanoestruturados (CLN) com vistas ao monitoramento da aparência e do controle da liberação de voláteis.....	138
6.3 ANÁLISE DO DESPRENDIMENTO DE COMPOSTOS VOLÁTEIS DAS MADEIRAS IMPREGNADAS COM MICRO E NANOPARTÍCULAS LIPÍDICAS POR MEIO DE ANÁLISE CROMATOGRÁFICA A GÁS (CG)	140
6.3.1 Análise das Madeiras Impregnadas	146
6.4 RESULTADOS MICROTOMOGRÁFIA COMPUTADORIZADA	147
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	149
7.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	149
7.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	152
REFERÊNCIAS.....	154
APÊNDICE A — PROTOCOLO DE DEPÓSITO DE PEDIDO DA PATENTE	174
APÊNDICE B – ARTIGO PUBLICADO 11TH EUROPEAN ACADEMY OF DESIGN CONFERENCE	176
APÊNDICE C – ARTIGO PUBLICADO EM CONF. INTEGRATION OF DESIGN, ENGINEERING & MANAGEMENT FOR INNOVATION.....	187

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Neste capítulo, são expostas a problematização e a justificativa do tema abordado nesta pesquisa, a qual tem como objetivo desenvolver e aplicar microcápsulas e nanopartículas lipídicas olfativas, contendo óleo essencial de *Lavandula angustifolia* Miller, em materiais orgânicos (madeira-balsa), para análise e conhecimento da interface meio-objeto-usuário, elucidando os fatores físicos e perceptivos com foco no “bem-estar” do usuário através da percepção olfativa e a liberação controlada do aroma e dos componentes ativos. Para um melhor entendimento da área de estudo, esta será contextualizada conforme segue.

As pessoas vivem em um mundo complexo, onde diversas variáveis fazem parte do contexto atual no que tange aos usuários. Sabe-se que o ser humano é sensível ao ambiente que o rodeia. Basta vermos que a interação das pessoas com o mundo se dá através dos sentidos. Materializar algumas variáveis é de extrema importância para podermos entender o cenário da relação homem-produto-meio. Existem algumas fontes que desenham formas capazes de despertar experiências emocionais impactantes a ponto de transformar a vida do indivíduo e seu sistema. Para Neumeier (2010, p. 32), “todo aquele que se lança ao *design* está transformando situações existentes em situações preferidas. *Design* é mudança”.

A emoção tem um forte impacto na vida, afetando como nos sentimos, comportamos e pensamos. Esses aspectos, por sua vez, são muito importantes e merecem uma atenção significativa no que tange ao *design* de produto. Há uma força de ligação entre produtos e indivíduos. Nesse sentido, o estudo da percepção é imprescindível para atingir as metas necessárias da interface usuário-produto, as quais são responsáveis por desencadear fatores emocionais, que tendem a ser valorizados pelos *designers*. O mercado está saturado, e a concorrência vem aumentando, existindo a necessidade de investir em diferenciais e projetos com uma usabilidade maior. A tomada de decisão está diretamente ligada às emoções e ao sistema cognitivo, e ela é fundamental para a relação com os indivíduos e o mundo que os rodeia (DAMÁSIO, 1996; ASHBY; KHALID, 2006; JOHNSON, 2011).

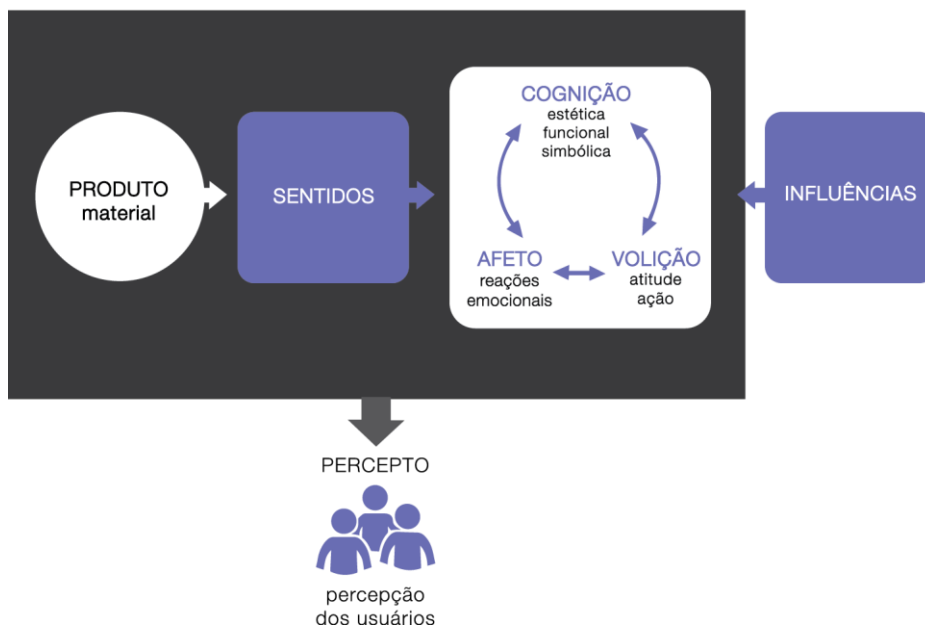
A percepção é o resultado da interpretação daquilo que é observado. O mesmo produto pode ser percebido de formas diferentes pelos usuários, cuja reação

é desencadeada pelas experiências, vivências e imagens mentais construídas ao longo do tempo. Tanto a percepção quanto a observação contribuem para a criatividade em *design*, repercutindo no *design* industrial e na personalidade do produto. Existem atributos estéticos relacionados diretamente aos sentidos, atributos que remetem a uma época, a um lugar, a uma cultura ou a um evento. Esses atributos percebidos decifram a reação que as pessoas têm em relação a um material ou produto, dependendo do contexto e das experiências do usuário. Por exemplo, engraçado e divertido, ou seja, atributos emocionais descrevem a sensação que um produto ou material reflete no usuário: pode ser felicidade, ameaça e tristeza (ASHBY; JOHNSON, 2011).

A escolha do produto também depende de um contexto de fatores físico-espaciais, ambientais e fatores emocionais que o usuário encontra no momento de compra ou uso do produto. Daí a importância de trabalharmos com materiais nanométricos ou micrométricos quando queremos alterar a tecnologia e fabricar materiais biocompatíveis e dispositivos que possam até alojar-se nas superfícies do corpo (SANTAELLA, 2004 *apud* DIAS, 2009)¹. A figura 1 apresenta a relação no contexto usuário-produto.

¹SANTAELLA, Lucia. **Corpo e comunicação: sintoma da cultura** 2 ed. São Paulo: Paulus, 2004. *Apud* DIAS.

Figura 1 – Contexto usuário – produto/material
CONTEXTO DO USUÁRIO - PRODUTO/MATERIAL



Fonte: Adaptado de Dias (2009).

De acordo com Damázio e Mont’Alvão (2008, p. 7), “o *design* centrado no objeto e seus aspectos objetivos passaram a dar lugar a um *design* centrado no ser humano e no seu modo de ver, interpretar e conviver com o entorno”. O autor Krippendorff (2001 *apud* Damázio e Mont’Alvão 2008)² corrobora essa visão ao afirmar que os *designers* começaram a perceber que seus produtos não eram apenas “coisas”, e sim práticas sociais, e as pessoas para as quais projetavam não eram apenas “usuários racionais”. Ainda segundo o autor, “não reagimos às qualidades físicas das coisas, mas ao que elas significam para nós” (KRIPPENDORFF, 2001, p. 8).

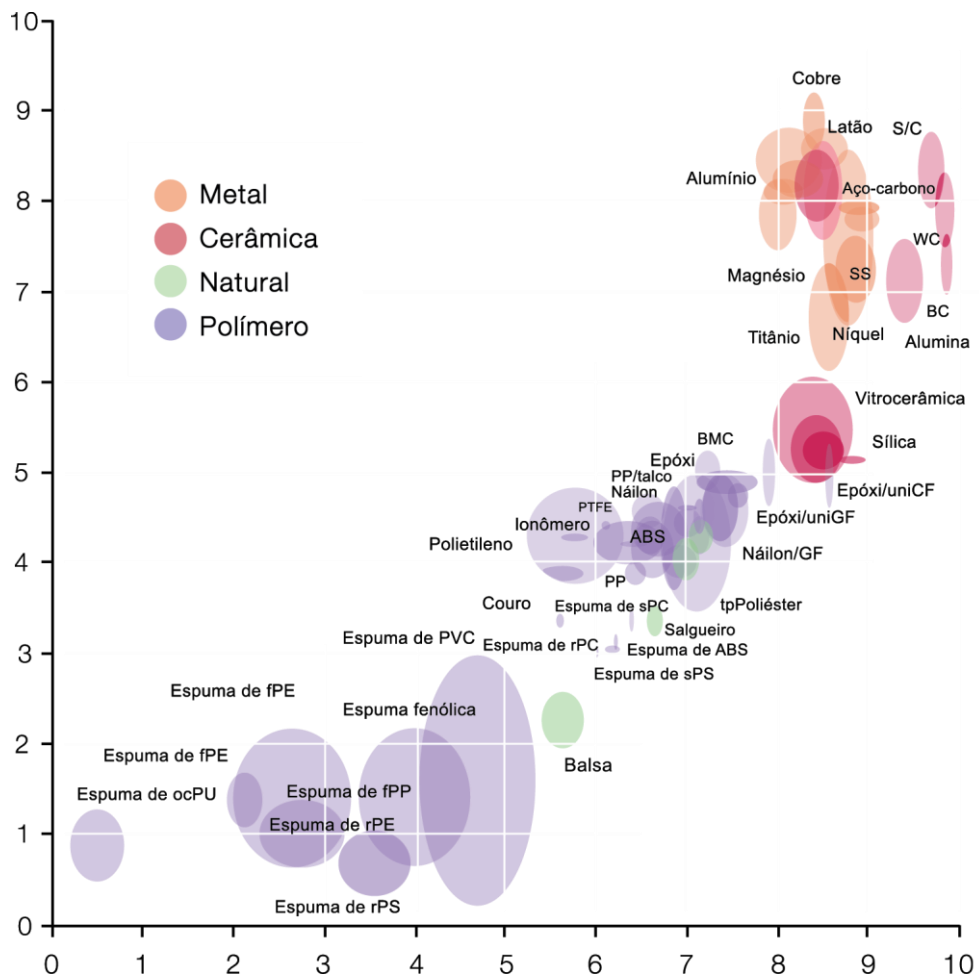
Nesse sentido, pode-se afirmar que é de extrema importância a seleção de materiais que possam aguçar a percepção do usuário. Como Ashby e Johnson (2011) salientam, é essencial, no *design*, achar soluções que sejam significativas para as pessoas, que proporcionem novas experiências. Löbach (2009, p. 171) enfatiza que, quanto mais altos são os níveis de observação através dos sentidos que um determinado produto oferece à percepção do usuário, não só maior será o

²KRIPPENDORFF, K. On the Essential Contexts of Artefacts or on the Proposition that “Design is Making Sense (of Things)”. In: MARGOLIN, V. Buchanan (Ed). **The Idea of design**. London: The MIT Press, 2001, p. 156-184. *Apud* DAMASIO E MONT’ALVÃO.

tempo que essa informação permanecerá na memória, mas também a retenção da atenção será imediata.

Sabemos que interagimos com os materiais pela interface com o produto através dos sentidos, e existem vários atributos como técnicos, estéticos, sensoriais. Há também as associações percebidas, como podem ser percebidas para a madeira-balsa no gráfico de atributos táteis de materiais, figura 2. A madeira-balsa entra como atributo (6) de maciez e (3) de quente ao toque. Podemos dizer que ela é tátil, “percebida como mais quente e aparentemente mais macia. É associada a cheiros e sons característicos” e, assim, segue que a descrição do material, é possível verificar como se relacionam com os sentidos e as emoções (ASHBY; JOHNSON, 2011, p. 59).

Figura 2 – Atributos táteis de materiais



Fonte: ASHBY; JOHNSON, 2011.

Alguns produtos evocam a dimensão emocional, outros insistem em seus aspectos fisiológicos e comportamentais: “a tendência para agir” (BUCKLE, 2002). Dentro desse contexto e dos vários sentidos que permitem a interação usuário-produto, o olfato é um dos mais importantes de focar e um dos principais sentidos. É importante entender o sistema olfativo, uma vez que o entendimento da percepção do aroma é fundamental para compreendermos a ação dos componentes ativos dos óleos essenciais em relação ao bem estar do usuário. Wolffenbuttel (2011), Soudrya *et al.* (2011) salientam que o bulbo olfativo é o primeiro mecanismo do sistema olfativo que tem cerca de 8000 glomérulos que recebem os axônios dos neurônios olfativos primários. Mais do que qualquer outra modalidade sensorial, o olfato divide com as emoções a capacidade de atribuir uma valência positiva (apetitiva) ou negativa (aversiva) para o nosso meio ambiente. Um odor pode ser definido como um sentimento particular produzido pela ação de certas substâncias químicas no sistema olfativo (SOUDRYA *et al.* 2011).

Uma das funções principais do organismo é a respiração. Este sistema complexo que possui terminações ligadas ao córtex cerebral produz as sensações de cheiro ou odor (CORAZZA, 2010). O sentido do olfato é capaz de detectar inúmeras substâncias presentes no ar em menos de um segundo. Há alguns fatores físicos, nesses contextos, que afetam o grau de estimulação olfativa:

Somente substâncias voláteis podem ser aspiradas pelas narinas e submetidas ao olfato; as substâncias estimuladoras precisam ser ligeiramente hidrossolúveis para atravessar a mucosa e atingir as células olfativas e as substâncias estimuladoras precisam ser ligeiramente lipossolúveis para não serem repelidas pelos componentes lipídicos da membrana celular (CORAZZA, 2010, p. 50).

Justifica-se assim a importância da utilização de componentes voláteis como o óleo essencial, componente ativo no processo de microencapsulamento para o preparo das microcápsulas e nanopartículas lipídicas devido à repercussão fisiológica e à forte relação entre emoção e odor aventadas em muitos artigos referentes a este tema (KOHLENER *et al.* 2008 *apud* SOUDRYA *et al.* 2011)³. Existem

³KOHLER, CG; BARRETT, FS; GUR, RC; TURETSKY, BI; MOBERG, PJ. 2008. Association between facial emotion recognition and odor identification in schizophrenia. **Journal Neuropsychiatry**, Clin Neurosci 2008. 19:128-31. *Apud* SOUDRYA.

pesquisas e exames clínicos no mundo inteiro que comprovam os efeitos positivos da aromaterapia (HOARE, 2010).

Os óleos essenciais são constituídos por diversas substâncias químicas, podendo ultrapassar até 300 componentes. Com essa característica, os óleos essenciais de alta pureza passam a ter alto valor agregado, e suas aplicações são inúmeras como, por exemplo, em perfumes, cosméticos, alimentos, produtos de cuidado à saúde, por seu potencial terapêutico em diversas áreas. Na moda, o óleo pode ser aplicado em fibras e materiais. A utilização desses óleos ocorre desde épocas anteriores ao antigo Egito, passando pelos diversos períodos tendo uma parte importante no início do século XX em decorrência dos tratados de Aromaterapia. Novas pesquisas desencadearam comprovações do uso de óleos essenciais como antidepressivos, repelente de insetos, bactericida, estimulante, entre outras aplicações. A assimilação do óleo essencial no organismo pode se dar pela absorção via inalação e dérmica, Wolffenbuttel (2011).

Os compostos voláteis são absorvidos pelo organismo humano através da pele, da inspiração e da ingestão oral. Seus metabolitos (princípios ativos metabolizados) são encontrados no sangue, na urina, no ar exalado, no suor, demonstrando que o óleo essencial sofreu interação com o organismo. Alguns resultados de pesquisas elaboradas com a utilização de Ressonância Magnética Nuclear (RMN) da região cerebral demonstraram que todo o sistema límbico é ativado durante a inalação de óleo essencial de *Lavandula officinalis*, justificando o motivo pelo qual os aromas proporcionam um resultado tão imediato nas nossas emoções, sensações, lembranças e recordações (WOLFFENBUTTEL, 2011).

Há algumas enfermidades como mal de *Alzheimer*, demência vascular, problemas de memória e amnesia total, em que óleos essenciais específicos (*Alecrim Salvia officinalis*, *Sage espanhol Salvia lavandulaefolia* e *Alecrim – pimenta lippia sidoides*) foram utilizados no tratamento dessas doenças. Em 2004, Richard Axel e Linda B. Buck ganharam o Prêmio Nobel de Medicina em Fisiologia ao descobrir o funcionamento dos receptores odoríferos e a organização cerebral do sistema olfativo, o que enfatizou a importância dessa área para a ciência.

Uma das formas de provocar a interação dos óleos essenciais com os produtos é a elaboração de microcápsulas olfativas. Ghosh (2006) reafirma esse posicionamento ao salientar que muitos objetos com os quais nos deparamos em nossas vidas diárias, incluindo a casa em que vivemos e os materiais que usamos (por exemplo, escovas de dente, potes e panelas, refrigeradores, televisores, computadores, automóveis, móveis) estão sob o "guarda-chuva" de materiais de revestimento. Claramente, a importância dos revestimentos aumentou consideravelmente durante a era moderna da tecnologia e é definido como um material (normalmente um líquido), que é aplicado sobre uma superfície e aparece como um filme contínuo ou descontínuo após a secagem. A secagem do revestimento líquido é principalmente efetuada por meio de evaporação ou de secagem (*cross-linking*) pela luz oxidativa, térmica ou ultravioleta, e outros métodos disponíveis. A microencapsulação permite isolar um produto ativo ou não, do meio externo (HIRECH *et al.* 2003). Esse é um processo que gera valor agregado a novos produtos (MONDAL, 2008).

Sabe-se que o setor farmacêutico é um dos que mais utilizam essa tecnologia, aplicada a ingredientes ativos, mas, com o passar do tempo, outras áreas vêm incorporando-a. Durante os últimos 10 anos, essa abordagem tem sido amplamente explorada pela indústria de alimentos, cosméticos e têxteis. A microencapsulação proporciona a possibilidade de combinar as propriedades de diferentes tipos de materiais (por exemplo, inorgânico e orgânico). Trata-se de um processo que é difícil de alcançar utilizando outras técnicas, mas uma das principais vantagens dessa tecnologia é a possibilidade de proporcionar a liberação controlada dos ativos (GHOSH, 2006; SIEPMANN; SIEPMANN, 2006).

A microencapsulação é definida como um processo que encerra partículas de tamanho micrométricos de sólidos ou gotículas de líquidos ou gases em um invólucro inerte, e que, por sua vez, são isolados e protegidos do ambiente externo. Essa tecnologia é utilizada principalmente para o propósito de proteção, de liberação controlada e compatibilidade dos materiais do núcleo. Os materiais internos das microcápsulas podem ser diversos, desde óleos essenciais até enzimas, tintas, sais ou água. Segundo You *et al.* (2010), muitas são as vantagens e as razões para a microencapsulação, como liberação controlada, proteção de materiais instáveis em

contato com o meio ambiente, manuseio de líquidos como sólidos, entre outros (SU; WANG; REN, 2006; REN *et al.* 2010 e ACHARYA *et al.* 2010).

Nesse contexto, insere-se o desafio de criar microcápsulas e nanopartículas lipídicas olfativas para aplicação de óleo essencial em materiais orgânicos, como a madeira-balsa. O foco está na elaboração e impregnação do carreador no suporte visando ao controle do aroma e às questões estéticas do produto, tendo em vista o “bem-estar” do usuário na interface objeto-usuário. Sabe-se que avaliações afetivas, com foco na percepção olfativa, fornecem uma nova e diferente perspectiva na área do *design*. O grande desafio nesta área de aspectos emocionais e afetivos é a compreensão do contexto. Na literatura, surgem estudos nessa área, mas se faz necessária a realização de estudos mais aprofundados, que orientem *designers*, engenheiros e arquitetos no processo de desenvolvimento de produto.

Este trabalho de doutoramento teve, assim, um caráter interdisciplinar, pois contou com a interação entre a área do *Design*, Materiais e da Farmácia, aqui representados pelo Laboratório de Design e Seleção de Materiais (LdSM/UFRGS) e pelo Laboratório de Desenvolvimento Galênico (LDG) da Universidade de Farmácia da UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul). Os resultados do estudo proposto, além de agregar um avanço no que tange os conhecimentos que permeiam as áreas de *Design*, Materiais e Farmácia ao campo acadêmico, almejam também contribuir para todos os profissionais e empresas interessadas no desenvolvimento de produtos inovadores. A literatura e as pesquisas comprovam os fatores benéficos para a saúde cognitiva, emocional e fisiológica do ser humano através da inalação de óleos essenciais puros. Assim, o uso de microencapsulação torna-se um meio importante, levando em consideração a impregnação na madeira com odor, com foco na liberação controlada do odor com vistas ao “bem estar” do usuário.

1.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

1.1.1 Problema

Como obter um material capaz de liberar controladamente o aroma fazendo com que o binômio *Design X Tecnologia* possa ir ao encontro da percepção olfativa do usuário? Como criar um material capaz de provocar a percepção olfativa do usuário a partir da produção controlada de aroma?

1.1.2 Hipótese

É possível obter e aplicar microcápsulas (cerâmicas e poliméricas) e nanopartículas lipídicas em superfícies de suporte de madeira-balsa gerando o “bem-estar” ao usuário? Para isso, é preciso desenvolver as premissas:

- a) Controle da liberação do óleo essencial;
- b) Distribuição homogênea do volátil no produto;
- c) Aroma emitido na aplicação;
- d) Materiais que não interfiram negativamente na interface usuário-produto;
- e) Aspecto estético do produto.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver microcápsulas poliméricas/cerâmicas e nanopartículas lipídicas olfativas contendo óleo essencial de *Lavandula angustifolia* e aplicar em madeira-balsa, visando à liberação controlada do aroma.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a) Identificar, na literatura, os constituintes do óleo de *Lavandula angustifolia*, que, em contato direto com o usuário, desencadeiam o bem-estar na interação olfativa com o óleo volátil;

b) Investigar na literatura os materiais e métodos necessários para a preparação de microcápsulas cerâmicas, poliméricas, micro e nanopartículas lipídicas;

c) Preparar microcápsulas cerâmicas e poliméricas e avaliar a influência de diferentes constituintes nas características físicas, químicas e físico-químicas das mesmas, definindo os critérios de desempenho para serem utilizadas na aplicação de suportes de madeira-balsa;

d) Preparar micro e nanopartículas lipídicas, avaliando a influência de diferentes composições nas características físicas, químicas e físico-químicas das mesmas, definindo os critérios de desempenho para serem utilizadas na aplicação de suportes de madeira;

e) Caracterizar a volatilização do óleo essencial, durabilidade e aparência da madeira após a inserção da formulação selecionada.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo aborda os principais conceitos associados ao tema, iniciando com referências de suporte como o estudo do *design* emocional; a exploração do sistema olfativo, a investigação sobre os óleos essenciais, sua história, composição e caracterização – além dos benefícios fisiológicos para o organismo e a promoção da aromaterapia. Na última parte, definem-se as microcápsulas, micropartículas e os carreadores lipídicos nanoestruturados (NLC), e mapeiam-se suas aplicações.

3.1 DESIGN E EMOÇÃO

Não há consenso quanto à definição de emoção. De acordo com o dicionário francês *Larousse* padrão, uma emoção é “uma perturbação súbita ou transitória, agitação causada por um forte sentimento de medo, surpresa, alegria, etc”. Alguns autores se concentram em sua dimensão afetiva; outros, em seus aspectos fisiológicos e comportamentais, “tendência a agir”. A neurociência classifica as emoções em simples ou secundárias. Uma emoção é simples ou primária se acompanhada de expressões faciais ou gestos universais, independentemente da educação e da cultura. A emoção complexa, também chamada derivada ou mista, é resultante da combinação de várias emoções simples.

Numa tentativa de descrever emoções, Ekman; Sorenson; Friessen (1969 *apud* Soudrya 2011)⁴ reduziram o número de emoções simples para seis: alegria, tristeza, medo, raiva, surpresa e desgosto. Exemplos de emoções secundárias seriam: nostalgia, amor, ódio, etc. A Neuroanatomia distingue claramente entre o sentimento emocional e consciência emocional, pois os dois estão sob o controle de estruturas distintas. (KOBBER *et al.* 2008 *apud* SOUDRYA *et al.* 2011)⁵. A emoção rege a nossa vida, e o estudo aprofundado nesta área é extremamente importante para um entendimento da interface homem e o seu meio.

⁴EKMAN, P; SORENSON, ER; FRIESSEN, W.V. **Pan-cultural elements in facial displays of emotion.** Science: 1969. 164:86-8. *Apud* SOUDRYA.

⁵KOBER, H; BARRETT, LF; JOSEPH, J; BLISS-MOREAU, E; LINDQUIST, K; WAGER TD. 2008. **Functional grouping and cortical-subcortical inter- actions in emotion:** a meta-analysis of neuroimaging studies. Neuroimage, 2008. 42:998-1031. *Apud* SOUDRYA.

Uma série de estudos científicos têm se centrado sobre a relação entre emoção e odor. As ligações entre os dois têm sido utilizadas por diversos autores na literatura clássica e contemporânea (KOHLENER *et al.* 2008 *apud* SOUDRYA *et al.* 2011). Fisiologicamente, estímulos olfativos são processados de acordo com o seu conteúdo emocional, mesmo quando todo o contexto emocional está faltando. Como as emoções, os odores podem desencadear sentimentos positivos, negativos ou neutros. Essas ligações estreitas é o que encontramos na vida cotidiana e estão relacionadas com substratos cerebrais comuns a ambos. A presente revisão visa a uma síntese das relações anatômicas e funcionais entre o olfato e a emoção.

Assim, em relação aos quesitos emocionais, sabe-se que a concordância de fatores estéticos em um produto gera atributos que podem ser emocionalmente percebidos pelos usuários. Mckin (1980 *apud* Ashby; Johnson, 2011)⁶ salienta a importância de se compreender como se constroem as relações das emoções e seus sentidos no cérebro humano. O primeiro retrata o domínio do hemisfério esquerdo, o qual utiliza o raciocínio verbal e os procedimentos matemáticos, e o segundo, o hemisfério direito, imagens, lembradas e imaginadas, formando ideias e conceitos. Esse modo visual é menos estruturado, faz uso da imaginação e permite avanços mais profundos quanto a conceituações a partir de livres associações. Já o primeiro emprega o raciocínio verbal-matemático e baseia-se em regras de gramática e lógica aprendida.

Os autores ainda destacam que não é claro o modo como a mente armazena as imagens, mas o banco de dados é grande, principalmente quando ocorrem associações, podendo fazê-las de forma rápida e com grande precisão. Isso demonstra que a criatividade no projeto (tanto de engenharia quanto de *design*) envolve a livre associação e combinação de imagens para se alcançar um conjunto de atributos desejados (ASHBY; JOHNSON, 2011).

Sternberg (2000, p. 110) define a percepção como um conjunto de processos psicológicos pelos quais as pessoas reconhecem, organizam, sintetizam e fornecem significação “no cérebro” às sensações recebidas dos estímulos ambientais “nos órgãos dos sentidos”. Dentre as várias teorias, ele focaliza as duas que foram

⁶MCKIM, Robert H. **Experiences in visual thinking**. Boston: PWS, 1980.

especialmente capazes de acumular suporte empírico. (CUTTING; KOZLOWSKI, 1997, PALMER, 1975). A percepção construtivista ou inteligente trabalha com o conhecimento adquirido, associado à informação processada dos receptores sensoriais, e a direta ou ecológica, baseia-se na completa informação dos sensores, com pouca necessidade de um processamento complexo da informação, uma vez que apenas considera o objeto-estímulo.

O autor destaca que existem ilusões perceptivas, ou seja, nem sempre o que nossos órgãos sensoriais percebem é o que se compreende em nossas mentes. As percepções espaciais de nossos ambientes e suas propriedades são formadas a partir das informações captadas pelos nossos sensores e manipuladas pela mente para criação de objetos: as imagens mentais. Também é preciso considerar que as representações conscientes geralmente são qualitativas – diferentes das nossas representações não conscientes dos estímulos sensoriais (MARCEL, 1983, *apud* STERNBERG, 2000)⁷.

Segundo Gibson (1968 *apud* Dischinger, 2000)⁸, existem duas formas de obter informações: a passiva e a ativa. A forma passiva ocorre quando se utiliza o receptor sensorial e independe de atenção ou vontade, por exemplo, os ruídos que ocorrem em nosso meio circundante. Segundo o autor, nossos sensores respondem involuntariamente (quando tem a capacidade de responder) às variáveis do meio ambiente, como as formas rígidas da terra, da gravidade, das radiações eletromagnéticas, da luz e do ar.

Os usuários exigem uma boa funcionalidade e usabilidade dos produtos como requisitos mínimos para a compra e efetivação dos mesmos. Conforme Jordan (2000), a relação homem-produto é emocional e assume um papel importante para os *designers* elaborarem projetos que primem pela funcionalidade e atendam os aspectos emotivos do consumidor. Sabe-se que a usabilidade também se relaciona com a emoção. Um produto que apresenta uma usabilidade ímpar e emocionalmente adequada é percebido com uma usabilidade diferenciada e mais fácil. (NORMAN, 2004). Além disso, a escolha do produto também depende de

⁷MARCEL, A. 1983. **Conscious and unconscious perception**: Experiments on visual masking and word recognition. *Cognitive Psychology*, 15, 197-237. *Apud* STERNBERG.

⁸GIBSON, J. J. **The Senses Considered as Perceptual Systems**. London: Allen and Unwin, 1968. *Apud* DISCHINGER.

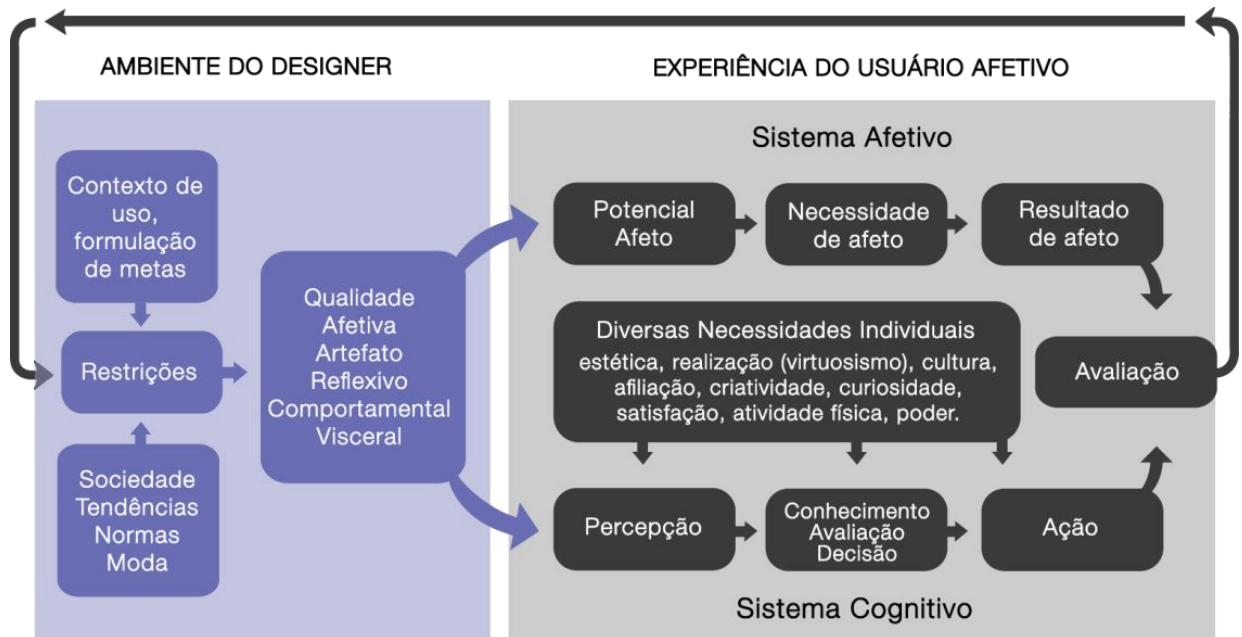
fatores físico-espaciais ambientais que despertam sentidos emocionais que envolvem o contexto de compra ou de uso do produto.

De acordo com Damázio e Mont'Alvão (2008), “o *Design* centrado no objeto e seus aspectos objetivos passou a dar lugar a um *Design* centrado no ser humano e no seu modo de ver, interpretar e conviver com o entorno”. Krippendorff (2001 *apud* Damázio e Mont'Alvão, 2008)⁹ complementa que os *designers* começaram a perceber que seus produtos não eram apenas “coisas” e sim práticas sociais, e as pessoas para as quais projetavam não eram apenas “usuários racionais”. Ainda, segundo o autor, “não reagimos às qualidades físicas das coisas, mas ao que elas significam para nós” (KRIPPENDORFF, 2001, p. 89).

Portanto, o projeto deve ser centrado no usuário, medido por estudos do processo cognitivo e pela capacidade de processar informações. (DAMÁZIO E MONT'ALVÃO, 2008). Os fatores emocionais devem ser considerados quanto à usabilidade de um produto, pois o fator interação é extremamente importante para a eficácia (MORAES, 2002).

Os produtos suscitam as emoções tanto quanto a arte, a moda e outros bens de consumo. *Designers* devem considerar afeto e emoção em *design*. Respostas emocionais induzem consumidores a selecionar um produto específico em meio à oferta variada. As pessoas têm reações de afeto por tarefas, artefatos, interfaces, e isto é causado pelas características do *design* que são operadas pelo sistema perceptual (ver e olhar), ou pelo sentido de controlar (tocar e ativar) ou ainda pela reflexão e pelas experiências. Essas reações são extremamente difíceis de serem controladas, pois o sistema límbico, no cérebro, funciona o tempo inteiro. Ele está em operação quando olhamos objetos bonitos e são particularmente óbvios quando tentamos uma busca emocional como, por exemplo, comprar roupas ou selecionar um cartão de aniversário para alguém (KHALID, 2006). A figura 3 mostra os caminhos decorrentes da avaliação do *design* emocional.

⁹KRIPPENDORF, K. On the Essential Contexts of Artefacts or on the Proposition that “Design is Making Sense (of Things)”. In: MARGOLIN, V. Buchanan (Ed). **The Idea of design**. London: The MIT Press, 2001, p. 156-184. *Apud* DAMÁSIO E MONT'ALVÃO.

Figura 3 – Avaliação do *design* emocional

Fonte: Adaptado de KHALID, 2006.

Diante dessa complexidade, surge a questão de como medir essas respostas emocionais, afetivas. Khalid (2006) salienta que fazer essa medição para desenvolver o *design* de objetos pode ser problemático. Pesquisas aprofundadas são necessárias para desenvolver ferramentas e validar expressões da emoção que são úteis para o *design*. O autor ainda destaca alguns destes pontos críticos como:

a) Falta de sinais faciais e fisiológicos: prazeres da mente não são acompanhados de qualquer expressão facial distinta, o que é diferente da interação social, cuja metade da informação está na expressão facial da pessoa. Dessa forma, é extremamente difícil utilizar medidas fisiológicas ou de expressões faciais, pois algumas dessas medidas ou expressões se perdem na subjetividade. As informações que se obtêm desse modo são limitadas para o que pode ser relatado;

b) Projeto para contexto de uso e atividade: o contexto nunca pode ser neutro na comunicação do produto com o usuário. Para se certificar dos reais sentimentos do usuário, é necessário analisar todo o contexto como atividades, tarefas e os cenários de análise semântica da usabilidade;

c) Inspirar o usuário: as necessidades dos consumidores estão mudando. A nova tendência são produtos, artefatos ou ambientes que inspirem o usuário, melhorem a sua vida e despertem emoções e sonhos. Para isso, é importante um estudo aprofundado das questões inconscientes e conscientes do processo que relaciona as emoções positivas e as prazerosas;

d) A mecânica do Hedonismo: temos um entendimento limitado quanto ao que faz uma pessoa feliz. Existe a necessidade de aprender a entender os mecanismos do hedonismo para efetivamente inserir no processo de *design* e, assim, alcançarmos usuários felizes;

e) Diversidade cultural: é importante o estudo das diversidades culturais e sociais e a análise do contexto para realmente entender as reais necessidades do usuário;

f) Produto afetivo ou emocional e Engenharia Kansei: para extrair respostas afetivas dos consumidores, surge uma área emergente que estuda a manipulação da forma do produto, usando uma técnica de triagem e mapa de auto-organização de Kohonen, o qual consiste em um sistema de *design* afetivo para transformar o efeito de um produto específico no usuário.

Um estudo da Universidade Rockefeller (Nova York) verificou, em 1999, que o ser humano é capaz de lembrar-se de 35% dos odores de 5% daquilo que vê; de 2% do que ouve ou come, e de 1% daquilo que toca. Fatores importantes no que tange ao *design*, o sentido é sumamente importante para se estudar as repercussões sensíveis sem priorizar somente no sistema visual, mas concentrar esforços nos demais órgãos sensoriais, segundo Santaella (2004 *apud* Dias, 2009)¹⁰. Isso pode ser verificado na figura 4.

¹⁰SANTAELLA, Lucia. **Corpo e comunicação**: sintoma da cultura 2 ed. São Paulo: Paulus, 2004. *Apud* DIAS.

Figura 4 – Síntese de características e especificidades das cinco modalidades sensoriais

MODALIDADE SENSORIAL	RAIO DE AÇÃO	TIPO DE ESTÍMULO	TIPO DE RECEPTORES	IMPLICAÇÃO EMOCIONAL	MATURIDADE EVOLUTIVA	RETENÇÃO NA MEMÓRIA	FUNÇÕES	QUALIDADE	LIMITES
VISÃO	1,5 Km	Onda, Partícula	Olhos	●	●	●	Identificadas à distância, direção	Quantidade e qualidade da formação	Barreira física, propagação unidirecional
AUDIÇÃO	30 m	Ondas sonoras, Vibrações	Ouvido	●	●	●	Comunicação verbal	Propagação unidirecional	Ambiguidade da fonte
OLFATO	10 m	Química	Nariz	●	●	●	Diferenciar um indivíduo, detectar estado emocional	Favorece a memória, precisão	Implicação Emocional Forte
PALADAR	0 m	Química	Boca	●	●	●	Identificar os alimentos	Sensualidade	Ingestão do produto necessário
TATO	0 m	Térmica Mecânica	Pele	●	●	●	Conhecer o ambiente imediato	Fornece a certeza da realidade, sensualidade, complementar a visão	Reprociidade, Dor

Fonte: Adaptado de Hall (2005 *apud* Dias, 2009).

Quando associamos a emoção ao olfato, ainda conforme Santaella (2004), podemos perceber que mais do que qualquer outra modalidade sensorial, o olfato é que atribui emoções positivas ou negativas. Alguns odores reproduzem a indução de estados emocionais, modificando a percepção do odor. Alguns substratos cerebrais são, inclusive, comuns para o processamento emocional e olfativo.

3.2 SISTEMA OLFATIVO

O sentido do olfato é sofisticado e primitivo e tem um papel fundamental na nossa saúde e no nosso bem-estar. O cheiro estabelece o contato com o mundo. Não há necessidade de interpretá-lo, pois dispensa a linguagem verbal, pois se trata de um outro conjunto de percepções. A temperatura e umidade do ar interferem na volatilidade molecular do óleo essencial. Por exemplo, quando está quente, percebemos as notas odoríferas mais acentuadas (OKAMOTO, 2002; MALNIC *et al.*

2002 *apud* DIAS, 2009)¹¹. O olfato facilita a identificação de alimentos, parceiros, predadores, e serve tanto como apelo sensual quanto para advertências contra o perigo. Pode-se ressaltar que é um dos mais importantes meios de comunicação com o meio ambiente (ZHAO *et al.* 1998 *apud* STROUS; SHOENFELD, 2006)¹².

Três sistemas cerebrais podem ser esquematicamente distintos: sistema límbico, complexo reptiliano e neocórtex. O complexo reptiliano é filogeneticamente o mais antigo dos três, compreendendo o tronco cerebral e núcleos cinza central, rica em receptores opioides e dopamina, que controla o comportamento instintivo necessário para a sobrevivência, como alimentação e território de defesa. O sistema límbico rodeia o complexo reptiliano, e é composto por estruturas subcorticais (amígdala, o hipocampo) e cortical (córtex hipocampal e córtex cingulado), que desempenha um papel central no regulamento e na memória emocional. O neocórtex é filogeneticamente mais recente, abrangendo os hemisférios cerebrais e subjacentes à percepção, ação e cognição.

3.2.1 Percepção Olfativa

Desde a pré-história, o olfato se apresenta como essencial para a sobrevivência. No seu processo evolutivo, o centro olfativo era composto por poucas camadas de neurônios que, reunidos, analisavam o cheiro e classificavam-no conforme categorias: “comestível ou tóxico, sexualmente acessível, inimigo ou comida”, Hoare (2010, p, 32). As mensagens reflexivas são enviadas por uma segunda camada para todo o sistema nervoso, direcionando, ao corpo, os comandos de morder, cuspir, fugir, caçar. Assim o sistema nervoso foi evoluindo até chegar o acréscimo de novas camadas cerebrais, que são consideradas como a chave do “cérebro emocional”. Esse novo território neural acrescentou emoções propriamente ditas ao repertório do cérebro (HOARE, 2010; GOLEMAN, 2000).

¹¹MALNIC, B; HIRONO, J; SATO, T; BUCK, L. 2002. **Combinatorial receptor codes for odors**. Cell: 1991, v. 65 p. 175-83. *Apud* DIAS.

¹²ZHAO, H; IVIC, L; OTAKI, JM; HASHIMOTO, M; MIKOSHIBA, K; FIRESTEIN, S. **Functional expression of a mammalian odorant receptor**. Science: 1998; 279:237– 41. *Apud* STROUS, SHOENFELD.

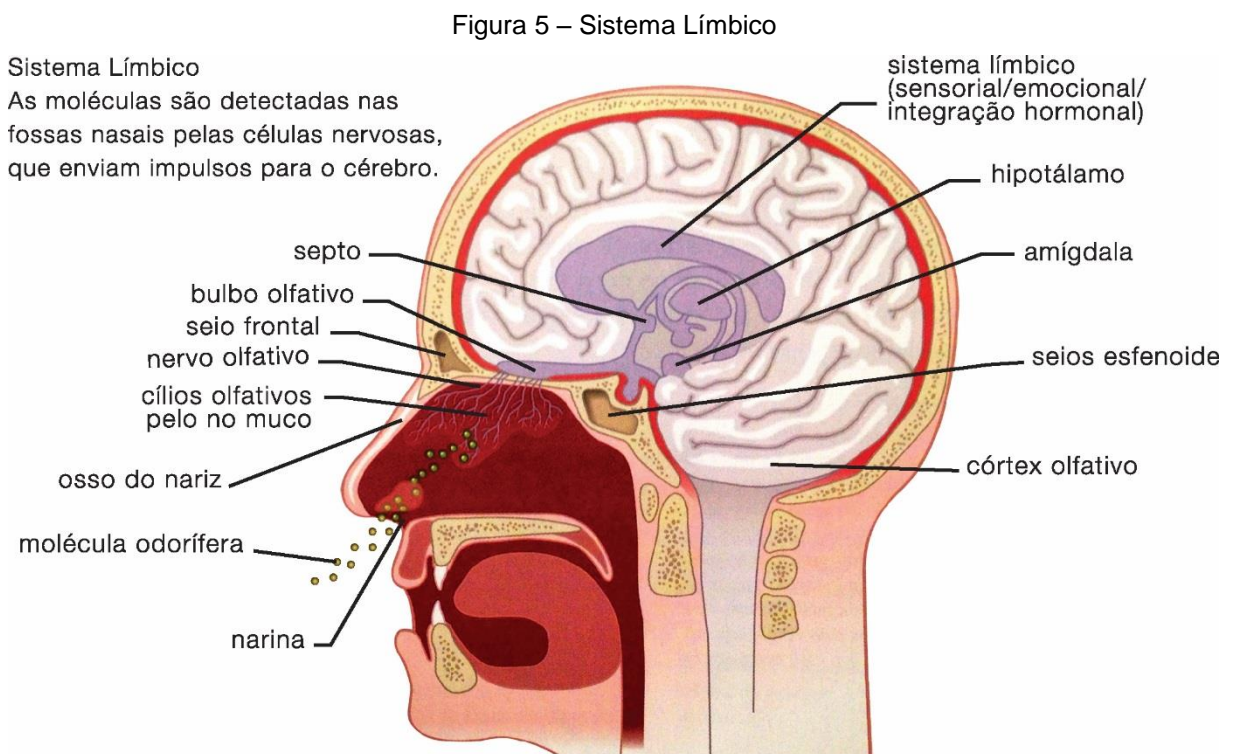
O sistema olfativo atua em um nível subconsciente, podendo ser dividido de duas formas: a primitiva (instintiva) e secundária (adquirida pela experiência). A substância precisa ser volátil para que possa ser percebida pelo nosso olfato, pois, dessa forma, as suas moléculas penetram nas narinas. Contudo, a substância precisa ser solúvel em água para que possa ser dissolvida pelo muco dos seios nasais a fim de estabelecer contato com as células olfativas localizadas neste muco. Outra característica dessa substância é que, necessariamente, ela precisa ser lipossolúvel, uma vez que as membranas de plasma das fibras olfativas são geralmente adiposas. O ar é aquecido quando sugado pelo nariz, e quaisquer moléculas odoríferas como, por exemplo, os óleos essenciais, são dissolvidas no muco das fossas nasais. No bulbo olfativo, localiza-se a membrana chamada de epitélio olfativo, composto de aproximadamente 10 milhões de células olfativas cobertas por uma camada de muco (HOARE, 2010).

Strous e Shoenfeld (2006) corroboram que o cheiro é um dos sentidos químicos fundamentais para a amostragem do meio ambiente e para obtenção de informações sobre ele. Além das suas funções de alarme e de reconhecimento, o sistema olfativo serve para outros fins e pode ser influenciado por vários fatores no sistema nervoso preocupados com a motivação, emoção e memória. O gosto, o olfato e o tato são processados no cérebro e controlados pelo sistema cerebral. Conforme Soudrya *et al.* (2011), projeções também alcançam o tálamo e o córtex frontal de reconhecimento. Muitas dessas extensões são bidirecionais e responsáveis por um sistema interativo muito dinâmico. A fragrância de alguns óleos essenciais pode ser definida como uma sensação particular, provocada pela ação de certas substâncias químicas no sistema olfativo.

3.2.2 Sistema Límbico

“As células da membrana olfativa são células nervosas, sendo este o único espaço no corpo humano onde o sistema nervoso central está exposto e em contato direto com o meio ambiente” (HOARE, 2010, p. 32). A cada 28 dias, essas células nervosas são substituídas. As moléculas odoríferas estimulam os feixes dos cílios e são carregadas para o cérebro pelas células nervosas com a forma de impulsos

elétricos. Esses impulsos, presos às células nervosas (até 80 milhões), têm a capacidade de levar muitas informações ao cérebro. Estima-se que estes impulsos levem mais informações do que qualquer outro sistema de processo analítico humano já conhecido. Desde que nascemos o sentido do olfato (figura 5 – sistema límbico) recebe inúmeras informações do nosso ambiente, logo exerce uma grande influência na nossa vida.



Fonte: Adaptado de HOARE, 2010.

O sistema límbico, na realidade, era chamado de cérebro olfativo. Ele é considerado uma das partes mais antigas do cérebro e está composto pelos principais componentes como o tálamo, a amígdala, o hipotálamo, o hipocampo e as glândulas pituitária e pineal. Todos esses componentes estão vinculados com as emoções, o prazer, a dor, a raiva, o medo e a tristeza. Também existe uma relação estreita com as memórias de curto e longo prazo, associadas diretamente ao aprendizado, aos padrões de comportamento e à atividade mental (as memórias olfativas perduram por mais tempo que as visuais). Hoare (2010) enfatiza que os odores produzem uma resposta emocional devido a essa ligação direta entre as

células receptoras olfativas e a região límbica do cérebro. A utilização dos óleos essenciais repercute na ligação direta com o sistema nervoso central e o cérebro, resultando um foco terapêutico, visto que afeta as atividades mentais e emocionais (sistema límbico).

Como descoberto por Linda Buck e Richard Axel (1991), ambos premiados com Prêmio Nobel, um mamífero costuma ter cerca de 1000 genes para receptores de odor dos quais apenas 347 códigos para receptores de odor funcionais (BUCK; AXEL, 1991 *apud* STROUS; SHOENFELD, 2006)¹³. Acredita-se que o ser humano pode sentir entre 4000 e 10000 odores diferentes. Além disso, cada odorante parece ativar um conjunto único de receptores olfativos que é conhecido como a sua “assinatura”. Cada gene codifica receptores olfativos para um receptor que reconhece apenas alguns odores, devidamente assinalados quando um aumento da expressão de um único gene é conduzido a uma maior sensibilidade para um pequeno subconjunto de odorantes (ZHAO *et al.* 1998 *apud* STROUS; SHOENFELD, 2006)¹⁴. Outros autores, contudo, têm reportado que cada neurônio olfativo expressa apenas um gene receptor olfativo. Trata-se de um achado importante, uma vez que este conhecimento pode levar ao desenvolvimento de qualquer “código” que governe o cheiro, pois se sabe que os receptores são ativados pelo SNC (Sistema Nervoso Central) (MALNIC *et al.* 2002 *apud* STROUS; SHOENFELD, 2006)¹⁵.

Seguindo o processo sensorial inicial, os axônios das milhares de células que expressam o receptor de odor convergem no bulbo olfativo. A partir daí, os sinais de odor são retransmitidos para as regiões superiores do córtex, manuseamento, consciente, processos de pensamento; e ao sistema límbico, gerando contexto emocional (SAVIC, 2002). Esses sinais de odor são também transmitidos para uma multiplicidade de projeções, incluindo a amígdala, núcleos do septo, a pré-piriforme córtex, o córtex entorrinal, hipocampo e do subículo.

¹³BUCK, L.; AXEL, R. **A novel multigene family may encode odorant receptors:** a molecular basis for odor recognition. *Cell*: 1991, n. 65, p. 175-83. *Apud* STROUS; SHOENFELD.

¹⁴ZHAO, H.; IVIC, L.; OTAKI, JM.; HASHIMOTO, M.; MIKOSHIBA, K.; FIRESTEIN, S. **Functional expression of a mammalian odorant receptor.** *Science*: 1998; 279:237-41. *Apud* STROUS, SHOENFELD.

¹⁵MALNIC, B.; HIRONO, J.; SATO, T.; BUCK, L. 2002. **Combinatorial receptor codes for odors.** *Cell*: 1991, v. 65, p. 175-83. *Apud* STROUS; SHOENFELD.

Savic (2002) enfatiza que o cheiro permanece uma função complexa, uma vez que, para além da entrada no trato olfativo, esta função também recebe a de outros centros cerebrais que modificam essa atividade neuronal. Informações sobre o cheiro são facilmente armazenadas na memória de longo prazo e têm estreita ligação com a memória emocional. Enquanto a maior parte da atenção no nível de biologia molecular tem se concentrado na investigação genética, o campo emergente de pesquisa sobre imunologia está começando a indicar a relevância do cheiro para a investigação imunológica. Isso não é surpreendente quando se considera a crescente compreensão da complexidade do sistema olfativo (STROUS; SHOENFELD, 2006).

O sistema olfativo parece desempenhar um papel central em muitos aspectos da função do sistema nervoso central. Pode-se supor que, quando a função imunológica é diminuída ou interrompida, como em processos de autoimunidade (dos quais existem diversos mecanismos, incluindo doenças tais como o HIV), o olfato poderia ser afetado em vários graus. Existem evidências que indicam que o sistema olfativo está intimamente relacionado à função imunológica. Esse sistema se aplica a várias finalidades no (SNC), como o sistema imunológico. Investigações recentes confirmam a associação significativa de deficiência olfativa com várias doenças cerebrais e possíveis doenças autoimunes. Ademais, há vários exemplos, incluindo a manipulação de fragrâncias, que levam a efeitos positivos na mitigação de estresse, de reações imunes da pele e depressão. (STROUS; SHOENFELD, 2006).

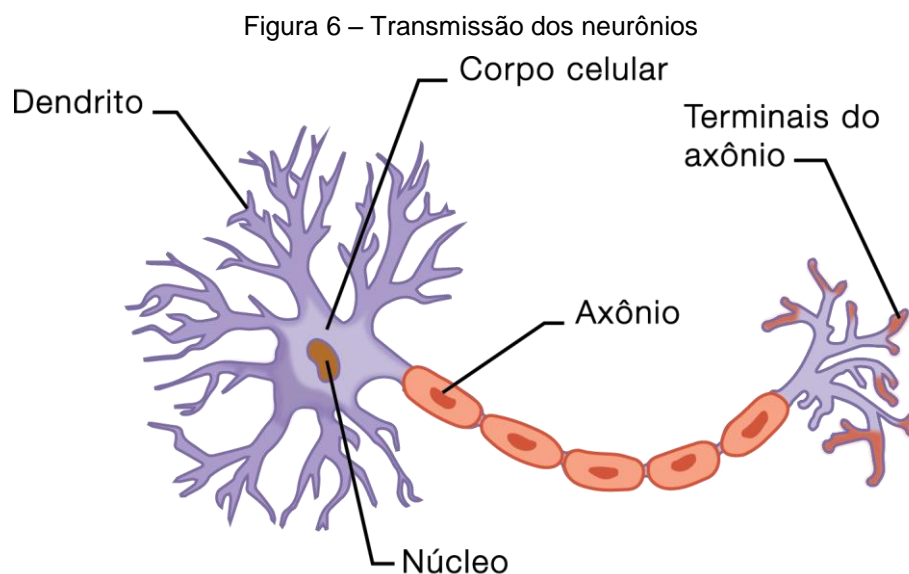
Na inspiração, moléculas odoríferas passam através da cavidade nasal – isso é chamado de transporte aéreo. Essas moléculas odoríferas também podem ser transportadas por via retronasal. O neuroepitélio olfativo é atingido alcançando a mucosa. Desse modo, proteínas de transporte (proteína de ligação olfativa) secretadas por glândulas de Bowman ajudam a levar certas moléculas hidrofóbicas olfativas para diferentes áreas do SNC (BRIAND; ELOIT; NESPOULOUS, 2002 *apud* SOUDRYA *et al.* 2011)¹⁶.

¹⁶BRIAND, L; ELOIT, C; NESPOULOUS, C. **Evidence of an odorant-binding protein in the human olfactory mucus:** location, structural characterization, and odorant-binding properties. *Biochemistry*, 2002. 41:7241-25. *Apud* SOUDRYA,

O neuroepitélio olfativo cobre o lado inferior da placa cribiforme do etmoide, a parte superior do septo e do lado medial da concha medial. Ele é composto por três tipos de células: neurônios olfativos, células de suporte e células basais subjacentes às estaminais olfativas. Os neurônios olfativos primários têm uma arquitetura bipolar com um polo axonal basal e um polo dendrítico apical. As células basais renovam constantemente estes neurônios. A transdução ocorre nos neurônios olfativos primários, ou seja, eles “traduzem” a mensagem química em frequências de emissão de impulsos nervosos. O dendrito termina em um inchaço com numerosas células capilares que transportam as proteínas receptoras olfativas do segmento da família dos receptores da proteína G acoplada à membrana. Essas proteínas quimiorreceptoras incluídas nos locais receptores de diversas formas, de modo a que uma determinada molécula de odor pode ser reconhecida por diversos tipos diferentes de proteínas. Os axônios se originam no polo basal dos neurônios olfativos primários são reunidos em maços de cerca de cem fibras em um envelope de células gliais conhecidas como células da bainha “*sheath cells*”. Estes guiam os neurônios a uma renovação constante que ocorre no bulbo olfativo de forma direcionada (BONFILIS, 1999 *apud* SOUDRYA *et al.* 2011)¹⁷.

O bulbo olfativo é o primeiro a ser atingido no sistema olfativo, que compreende cerca de 8000 glomérulos que recebem os principais axônios dos neurônios olfativos (MEISAMI *et al.* 1998). Todas as mensagens sensoriais transmitidas pelos neurônios expressam uma determinada proteína receptora e convergem em um único glomérulo. Essa forte convergência permite que sinais de baixa intensidade possam ser detectados. A imagem de um odor no bulbo olfativo é constituída por todos os glomérulos correspondentes às várias proteínas receptoras ativadas pelo odor. As células eferentes (mitral), glomérulos, transmitem essas informações para o córtex piriforme. Existe, assim, um mapa autêntico de ativação neuronal. Na figura 6, pode-se verificar como os neurônios transmitem as informações.

¹⁷BONFILIS, P; TRAN BA HUY P. **Les troubles du goût et de l'odorat**. Paris: Société française d'ORL et de chirurgie de la face et du cou; 1999, 464 p. *Apud* SOUDRYA.



Fonte: HOARE, 2010.

Os axônios das células mitrais do bulbo olfativo cruzam sucessivamente o pedúnculo olfatório e o trato olfativo antes que as informações sejam encaminhadas para o córtex olfatório primário. A informação é processada no córtex piriforme e logo projetada para várias áreas do cérebro: córtex órbito-frontal, amígdala, hipotálamo, ínsula, córtex entorrinal e hipocampo (SERRATRICE; AZULAY; SERRATRICE, 2006). Essas áreas também estão envolvidas em muitas funções emocionais. Funcionalmente, a intensidade do odor é atrelada ao córtex piriforme, Rolls *et al.* (2003) e, na amígdala, Anderson *et al.* (2003), o córtex orbitofrontal está envolvido na identificação de odor e memória olfativa (ZALD e PARDO 1997).

O estudo através de ressonância magnética capta a dimensão afetiva e a de odores (sua agradabilidade ou seu desagrado). Levy e colaboradores (1997) exploram o substrato cerebral desta dimensão afetiva em imagens de ressonância magnética funcional (fMRI). Anderson *et al.* (2003) sugerem que a experiência do prazer depende das funções de integração do córtex pré-frontal. Finalmente, a amígdala aparece como um lugar estratégico, cujos estímulos olfativos e neuroendócrinos são integrados (KING, 2006). É possível dividir, a fim de classificar, as áreas cerebrais olfativas em dois tipos:

a) Neocortical (por exemplo: o córtex orbitofrontal) - proporciona percepção do odor consciente;

b) Límbico (por exemplo: a amígdala) - subjacente à componente afetivo de odor agradável ou desagradável.

Essa distinção é simples demais para ter em conta todos os dados de ressonância magnética, mostrando que a dimensão afetiva de percepção de odor é fundamental. Essa dimensão afetiva é refletida anatomicamente nas semelhanças entre os substratos cerebrais do olfato e da emoção.

3.3 ÓLEOS ESSENCIAIS E A SAÚDE

3.3.1 Visão Histórica

Sabe-se, há muitos milênios, da existência e utilização de plantas e seus componentes para fins religiosos e medicinais pela humanidade. Segundo Corazza (2010), desde os tempos muito antigos (7000 – 4000 a.C), o homem sabe que é possível alterar o odor da fumaça ao adicionar plantas à composição de incensos, óleos, entre outros. A palavra “perfume” tem a origem no latim “*perfumum*”, e tem o significado de “através da fumaça”. Mas foi na era da pedra polida ou período neolítico, 4000 a.C, que o homem começou a cultivar as plantas e a extrair óleos vegetais. O homem aprendeu, assim, a separar as plantas tóxicas das que poderiam ser utilizadas. A utilização dos óleos de gergelim e oliva, por exemplo, combinada com outros óleos essenciais, já eram aplicados em pomadas neolíticas entre 4000 a.C – 7000 a.C.

Contudo, cabe ao povo egípcio o mérito de detentor do conhecimento dos óleos essenciais. Naquela época, eles já fabricavam pomadas cicatrizantes com resinas e óleos essenciais, faziam banhos com ervas aromáticas e, segundo o francês Pierre Montet, egiptólogo e historiador, já se percebia uma preocupação evidente com aparência física no reinado de Ramsés (800 – 700 a.C). Entre os óleos essenciais utilizados para perfumar o banho, predominava o Olíbano, que vinha da Somália. Cleópatra (69 – 30 a.C) foi quem eternizou a mestria na arte da

perfumação, com óleos essenciais extraídos das flores de *Henna*, açafrão, menta e zimbro (CORAZZA, 2010).

Segundo Buckle (2002 *apud* Brito *et al.* 2014)¹⁸, a aromaterapia é uma terapia milenar que claramente tem as suas raízes na medicina à base de plantas, talvez a medicina mais antiga do mundo. Estima-se que oitenta e cinco por cento da população do mundo depende da medicina baseada em plantas (FASIHI, 1996). Em 1998, os alemães traduziram para o inglês monografias que abordavam o uso de plantas por médicos alemães (BLUMENTHAL, 1998). A Aromaterapia é, hoje, percebida como uma modalidade em seu próprio direito e não está incluída nos cursos de medicina fitoterápica.

O renascimento da aromaterapia foi inegavelmente clínico, e os três principais responsáveis pelo seu renascimento foram um farmacêutico, um enfermeiro e um físico. René Maurice Gattefossé, um químico francês, foi a primeira pessoa a cunhar o termo “aromaterapia” antes da Segunda Guerra Mundial. Ele queimou as duas mãos em uma explosão em laboratório. As queimaduras foram infectadas com gangrena gasosa, e Gattefossé foi salvo de amputar as mãos (o tratamento para gangrena gasosa na época), usando óleo essencial de lavanda. Gattefossé discutiu o amplo uso de óleos essenciais em queimaduras por médicos franceses que datam de 1915, em seu livro clássico sobre a aromaterapia, que foi traduzido para o Inglês por Robert Tisserand e publicado em 1993, com o nome “*Gattefossé’s Aromatherapy*”.

A segunda pessoa importante no renascimento da aromaterapia foi Marguerite Maury (1989), uma assistente cirúrgica austríaca e enfermeira. Ela se mudou para a França, após a morte de seu primeiro marido. Maury interessou-se pelo impacto de óleos essenciais em condições como psoríase e eczema de pele. Ela discutiu a utilização de óleos essenciais como uma preparação para a pele para a cirurgia a fim de reduzir a formação de cicatrizes após a cirurgia. Ela sugere que a aromaterapia seja usada com um sentido clínico no início dos anos 1940 na França (BRITO *et al.* 2014).

¹⁸BUCKLE, J. Clinical Aromatherapy and AIDS. **Journal of the association of nurses in AIDS care.** v. 13, n. 3, May/June 2002, 81-99. *Apud* BRITO.

A terceira pessoa no renascimento da aromaterapia foi Jean Valnet (1990), um médico que usou óleos essenciais quando o fornecimento de antibióticos não chegava durante a guerra Índia *versus* China. Buckle (2002) e Valnet (1990) descobriram que os óleos essenciais foram eficazes contra as infecções agudas e crônicas em pessoas.

É preciso esclarecer, no entanto, que a aromaterapia não é semelhante à homeopatia, muito pelo contrário. Os óleos essenciais são altamente concentrados de extratos até 100 vezes mais potentes que a planta em si. Geralmente, apenas de uma a cinco gotas são usadas ao mesmo tempo. As gotas de óleo essencial são geralmente diluídas num óleo vegetal obtido por prensagem a frio, tal como amêndoa doce, e aplicado topicamente sobre a pele, ou inalado ou diluído, com ou sem vapor. Na França, os médicos prescreveram óleos essenciais por via oral desde o início dos anos 1800 (BUCKLE, 2002; VALNET, 1990).

Nos Estados Unidos, por sua vez, a aromaterapia só fez sua primeira aparição em 1980 (PRICE; PRICE, 1995). Em meados de 1990, o Holistic American Nurses Association (AHNA) aprovou um programa de formação em aromaterapia clínica – e esse se tornou popular entre os enfermeiros. Os artigos começaram a aparecer na imprensa de enfermagem. Aromaterapia clínica foi aceita pela primeira vez como uma ferramenta de enfermagem holística pelo estado de Massachusetts, em meados de 1990 (LINDBERG, 1997). Outros estados, como Arizona, Califórnia, Maryland, Nevada, Novo México, Nova York, Carolina do Norte e Oregon seguiram-no (BUCKLE, 2002).

Um artigo publicado no Journal of Nursing Holística, por Dossey, Frisch, Forker, e Lavin (1998), listado na aromaterapia como as intervenções “mais frequentemente utilizadas na prática de enfermagem holística”, compreende a aromaterapia como parte dos cuidados de enfermagem holística. AHNA – Normas de Prática de Enfermagem Holística Dossey, dos autores Dossey, Frisch, Forker e Lavin (1998) é o texto aceito para enfermagem holística e estabelece que certas intervenções (incluindo aromaterapia) são de fato parte dos cuidados de enfermagem. Essa é uma prática muito interessante quando vislumbramos o uso de óleos essenciais na aplicação de produtos, com o objetivo de auxiliar no bem estar do usuário.

3.3.2 Os Benefícios dos Óleos Essenciais na Saúde e Aromaterapia

Segundo Alexander (2001), tem se tornado evidente, nos últimos anos, a importância dos óleos essenciais através do sistema olfativo, enquanto a aplicação na pele tem mostrado um efeito benéfico no sistema imunológico. Estudos mostram que esses óleos modulam a imunidade melhorando o humor, a atividade mental e a biológica do organismo em relação aos seus processos de cura. Existem três formas com que o sistema imunológico é modulado por meio das substâncias ativas dos óleos essenciais:

a) Os óleos ingeridos e detectados pelo sistema olfativo ativam o sistema químico cerebral – sobretudo em relação à parte afetiva e ao humor, que agem diretamente sob a imunidade;

b) Os óleos voláteis podem ser utilizados como agentes que interferem positivamente na resposta da imunidade;

c) O óleo pode ser aplicado na derme para conseguir resultados diretos (celulares e imunológicos).

O autor ainda enfatiza que, para poder entender como os óleos essenciais, através do sistema olfativo, influenciam diretamente o sistema imunológico, é necessário conhecer as relações neuronais de três sistemas importantes: o endócrino, o nervoso e o imunológico, em conjunto com o processo do sistema olfativo (ALEXANDER, 2001).

As associações entre a forma como os cheiros afetam a mente e como a mente afeta a função imunológica são básicas para a modulação imunológica. A mente não é o único comando humano que rege a memória, mas as células dos três sistemas (endócrino, nervoso e imunológico) estão suscetíveis a “aprender” e “condicionar” e podem ser moduladas para alterar ou responder a óleos essenciais olfativos com o intuito de prevenir ou mitigar as reações imunológicas adversas. Os óleos essenciais são compostos por moléculas capazes de exercer efeitos farmacológicos e atuar como agentes quimiopreventivos, anti-inflamatórios ou quimioterapêuticos em doenças mais graves (ALEXANDER, 2001).

O óleo essencial é popular nas áreas farmacêutica, cosmética e terapêutica. Conforme Brito *et al.* (2014), “anualmente, a produção mundial de óleos essenciais de trinta espécies aromáticas é estimada entre 110.000 e 120.000 toneladas, e sua utilização não se restringe à aromaterapia”. Estes óleos também são empregados na indústria cosmética, alimentícia, saneantes e bebidas (GARLET *et al.* 2007 *apud* BRITO *et al.* 2014, p. 791)¹⁹. Muitos são os resultados de pesquisas atuais que debatem o uso milenar da aromaterapia, salientando-o como uma prática de bem-estar e como terapia complementar.

Os autores enfatizam ainda que muitos países industrializados reconhecem e empregam a Aromaterapia como um método eficaz terapêutico. Inglaterra e França são considerados países avançados nessa área, apresentando trabalhos sérios e qualificados. Por exemplo, na Inglaterra, existe o Conselho de Aromaterapia; e, na França, no curso de medicina, há uma disciplina de estudo da aromaterapia na grade curricular do curso. O Brasil é o terceiro maior exportador de óleos essenciais (óleos como laranja, limão, eucalipto e pau Brasil), ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da França (BRITO *et al.* 2014).

Vários estudos revelam que o odor dos ambientes afetam as percepções e os estados de ânimo, a cognição e o desempenho, automaticamente influenciando a saúde (ROBERTS & WILLIAMS, 1992 *apud* ALEXANDER, 2001)²⁰. Ainda neste escopo, outros estudos mostram que os óleos essenciais olfativos apresentam efeitos farmacodinâmicos na área química do cérebro e na área de potencial imunológico Vale *et al.* (1999) e mostram que o estímulo olfatório pode produzir não só alterações e mudanças nos parâmetros de pressão arterial e temperatura da pele, mas também redução da ansiedade (GNATTA *et al.* 2014). Resumidamente podemos, então, constatar que o comportamento e a área química do corpo são afetados pela percepção olfativa (resposta psicológica) e por neurotransmissores odoríferos. Já foi descrito ainda que as pessoas que não sentem cheiros também são

¹⁹GARLET, T.M.B; SANTOS, O.S; MEDEIROS, S.L.P; MANFRON, P.A; GARCIA, D.C; SINCHAK, S.S. 2007. **Crescimento e teor de óleo essencial de mentas com diferentes concentrações de potássio na solução nutritiva**. Horticultura Brasileira, 25: 230-237. *Apud* BRITO.

²⁰ROBERTS, A., AND J. WILLIAMS. 1992. **The effect of olfactory stimulation on Fluency, vividness of imagery and associated mood: A preliminary study**. British Journal of Medical Psychology 65:197-199. *Apud* ALEXANDER.

afetadas pelos cheiros, pois o estímulo dos receptores olfativos acontece, e o cérebro o recebe (NASEL *et al.* 1994).

As pesquisas científicas na área da imunologia vêm trabalhando na complexa inter-relação entre os fatores fisiológicos e emocionais, o cérebro, hormônios, imunidade e doenças, denominadas como “*psychoneuroimmunology*” (PNI). Esse campo da medicina acredita que uma boa saúde psíquica é um fator determinante para uma boa saúde. Os efeitos agradáveis da aromaterapia são fatores extremamente importantes que reforçam a dinâmica da saúde. Experimentos feitos medindo os efeitos dos odorantes na percepção da saúde sugerem que essa percepção olfativa tem um poder de afetar a saúde (KNASKO, 1993 *apud* ALEXANDER, 2001)²¹.









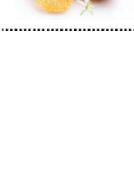
A figura 7 enumera alguns dos óleos essenciais que podem auxiliar a função imunológica. Outros óleos essenciais que alegadamente atuam em nível de linfócitos e inibem prostaglandinas incluem o óleo de *Matricaria recutita* (camomila alemã), o que aumenta o número de linfócitos B (Wagner; Wierer; Bauer, 1986 *apud* Steflitsch; Steflitsch, 2008)²², e o óleo volátil de *Citrus bergamia* (bergamota), que se pensa ser um imunoestimulante (ROULIER, 1990 *apud* STEFLITSCH; STEFLITSCH, 2008)²³.

²¹KNASKO, S.C. 1993. **Performance Mood and Health During Exposure to Intermittent Odours.** Arch Environ Health, 48:3058.

²²WAGNER, H; WIERER, M; BAUER, R. **In vitro inhibition of prostaglandin biosynthesis by essential oils and phenolic compounds.** German: Planta Med, 1986. v. 52, n. 3, p. 184-7. *Apud* STEFLITSCH; STEFLITSCH.

²³ROULIER, G. **Les Huiles Essentielles Pour Votre Sante.** St. Jean-de-Braye, France: Dangles, 1990. *Apud* STEFLITSCH; STEFLITSCH.

Figura 7 – Caracterização química de alguns óleos voláteis

	Alecrim <i>Rosmarinus officinalis</i>	α -pineno, β -mirceno, cânfora e eucalyptol (1,8 - cineol)	Anti-séptico da pele Problemas circulatórios (varizes, pernas e pés cansados) Analgésico de dores reumáticas e musculares Antibacteriano, antifúngico e anti-parasita	Prints et al., 2006
	Eucalipto <i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalyptol (1,8 - cineol) α -pineno, β -pineno, β -mirceno, 1-felandreno, γ -terpineno e α -terpinoleno	Anti-séptico, analgésico, cicatrizante de problemas de pele; Antimicrobiano e desodorizante; Forte poder acaricida e inseticida	Chagas et al., 2002
	Hortelã-Pimenta <i>Mentha piperita</i>	Mentofurano, mentol, acetate de metilo, mentona 1,8-cineol pulegona α -limoneno, β -pineno, isomentol, α -pineno, mirceno	Anti-séptico da pele	David et al., 2006
	Lavanda <i>Lavandula angustifolia</i>	Linalol, acetate de linalil, acetate de lavandolil, acetate de bornil, cânfora, borneol, 1,8-cineol e limoneno	Anti-séptico e cicatrizante de problemas de pele, Analgésico de dores reumáti- cas e musculares Desodorizante	Shellie e Marriot 2000
	Limão <i>Citrus limonium</i>	1-Heptanol, hexanal D-Limoneno, p-cimeno β -mirceno, 2-metilpropano -1- ol e canfeno	Analgésico de dores reumáticas; Problemas circulatórios; Anti-séptico e cicatrizante da pele; Antimicrobiano e antibacteriano	Fernandes et al., 2002
	Orégano <i>Origanum minutiflorum</i>	Carvacrol, p-cimeno, γ -terpineno, sabineno, α -terpineno, β -terpineno, ocimeno, terpinoleno- 4-ol e timol	Atividade antioxidante, antimicrobiano contra leveduras patogênicas (Gram negativas)	Ynlü et al., 2007 Schulz et al., 2003 Zivanovic et al., 2005
	Pinho <i>Pinus sylvestris</i>	Mirceno, careno, β -felandreno, α -pineno β -pineno, terpinoleno, sabineno e cariofileno	Anti-séptico, antimicrobiano, bactericida, desodorizante e estimulante do sistema circulatório	Mumm et al., 2003
	Sálvia <i>Salvia officinalis</i>	α -tujano, 1,8-cineol, cânfora, borneol e β -pineno	Anti-séptico e tonificante Atividade bacteriostática e bactericida	Delamare et al., 2007
	Tangerina <i>Citrus reticulata</i>	D-Limoneno, β -mirceno 1-heptanol, α -terpineol β -pineno e γ -terpineno	Anti-séptico e tonificante	Fernandes et al., 2002

Fonte: Adaptado de BARROS, 2008.

Dois dos problemas imunológicos mais comumente encontrados pelos profissionais de saúde são a artrite reumatoide e HIV/AIDS. Embora não haja nenhuma sugestão de que a aromaterapia possa “curar” a artrite reumatoide ou HIV/AIDS, ela pode ter um impacto positivo sobre a função imune através do “sentir-se bem” e também dos efeitos diretos e indiretos sobre as células imunocompetentes e imunoglobinas (OLNESS; ADER, 1992 *apud* STEFLITSCH; STEFLITSCH, 2008)²⁴. O autor ainda enfatiza alguns dos componentes analgésicos encontrados em óleos essenciais comuns, que podem ser verificados nos quadros 1 e 2.

Quadro 1 – Óleo Essencial com ação na função imunológica

NOME COMUM	NOME BOTÂNICO	REFERÊNCIA
<i>Óleo-de-cravo</i>	<i>Syzygium aromaticum</i>	Roulier (1990)
<i>Limão verbena</i>	<i>Lippia citriodora</i>	Roulier (1990)
<i>Melaleuca</i>	<i>Melaleuca viridiflora</i>	Roulier (1990)
<i>Óleo-de-tomilho</i>	<i>Thymus vulgaris Ct. thymol</i>	Valnet (1990)
<i>Lavanda</i>	<i>Lavandula angustifolia</i>	Valnet (1990)
<i>Limão</i>	<i>Citrus limon</i>	Valnet (1990)
<i>Camomila</i>	<i>Matricaria recutita</i>	Wagner (1986)
<i>Bergamota</i>	<i>Citrus bergamia</i>	Valnet (1990)
<i>Patchouli</i>	<i>Pogostemon patchouli</i>	Roulier (1990)

Fonte: Adaptado de STEFLITSCH; STEFLITSCH, 2008.

²⁴OLNESS, K.; ADER, R. **Conditioning as an adjunct in the pharmacotherapy of Lupus erythematosus.** J Dev Behav Pediatr, 1992. n. 13, v. 2, p. 124-5. *Apud* STEFLITSCH; STEFLITSCH.

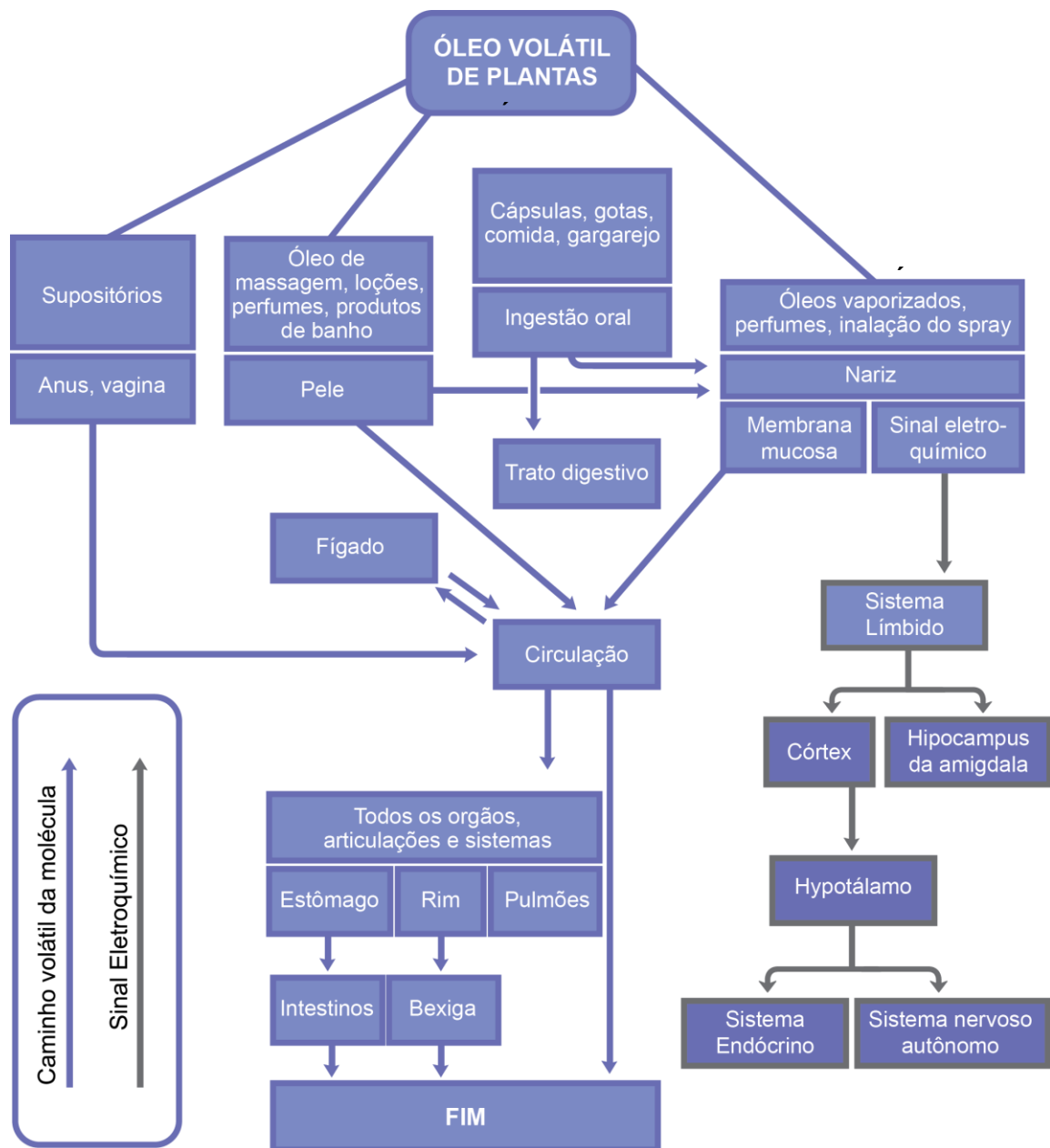
Quadro 2 – Componentes analgésicos de alguns óleos comuns

NOME COMUM	NOME BOTÂNICO	COMPONENTES ANALGÉSICOS	REFERÊNCIA
Lavanda	<i>Lavandula angustifolia</i>	<i>Linalyl acetate, Linalool</i>	Re <i>et al.</i> (2000)
Capim-limão	<i>Cymbopogon citratus</i>	<i>Myrcene</i>	Lorenzetti <i>et al.</i> 1991)
Hortelã-pimenta	<i>Mentha piperita</i>	<i>Menthol</i>	Tyler <i>et al.</i> (1998)
Orégano	<i>Origanum onites</i>	<i>Carvacrol</i>	Aydin & Orturk (1996)
Menta	<i>Mentha X villosa</i>	<i>Rotundifolene</i>	Almeida R, <i>et al.</i> (1996)

Fonte: Adaptado de STEFLITSCH; STEFLITSCH, 2008.

A ação principal de óleos essenciais ocorre provavelmente no sistema límbico do cérebro, que não está sob o controle do cérebro ou de centros superiores, e tem um efeito subconsciente considerável na pessoa. Por isso, a aromaterapia pode ser eficaz na redução do estresse e melhora do humor. Muitos óleos essenciais de plantas são potentes agentes antimicrobianos e podem atuar sobre diferentes bactérias, vírus e fungos; muitos outros são também agentes antioxidantes fortes. Recentemente, eles têm sido utilizados com a finalidade de parar alguns dos sintomas de envelhecimento em animais. O uso de cânfora, óleo de terebintina e seus componentes, como *rubefacientes*, causa o aumento de fluxo de sangue no local da dor ou do inchaço quando aplicada à pele. Esse procedimento é bem conhecido. Há também evidências de longa data para os benefícios da inalação de certos óleos voláteis para aliviar a tosse, congestão e para prevenir ou tratar infecções das vias aéreas superiores e inferiores (STEFLITSCH; STEFLITSCH, 2008). Na figura 8, pode-se observar o diagrama esquemático dos potenciais caminhos da ação dos óleos essenciais na aromaterapia clínica.

Figura 8 – Diagrama esquemático dos potenciais caminhos da ação dos óleos essenciais na aromaterapia clínica



Fonte: Adaptado de STEFLITSCH; STEFLITSCH, 2008.

3.3.3 Óleo Essencial de *Lavandula angustifolia*

A *Lavandula angustifolia* Miller, figura 9 natural da região do Mediterrâneo, hoje é cultivada na Inglaterra, França, Jugoslávia, Bulgária, Marrocos, Austrália e na Tasmânia. No Brasil, existem também algumas plantações em Santa Catarina. Essa lavanda, figura 9, pertence à família botânica das Lamiaceae (Labiatae), tem uma longa história de uso medicinal devido às suas propriedades ansiolíticas, sedativas e

calmantes (CAVANAGH; WILKINSON, 2002). Mais comumente, ela é usada em cosméticos e produtos de higiene corporal. A lavanda também está sendo empregada na aromaterapia conforme Setzer (2009) salienta.

De acordo com Cunha; Roque & Nogueira (2012 *apud* Ferreira, 2014)²⁵, as atividades biológicas encontradas neste óleo são as massagens de relaxamento, pois ele possui propriedades calmantes e ansiolíticas. Além disso, pode ser utilizado em afeções respiratórias, como, por exemplo, o antitússico e antisséptico, além dos estados gripais, sinusite e bronquite com inalações ou, ainda, para problemas digestivos, antifúngicos e antibacterianos.

Figura 9 – Flor da *Lavandula angustifolia*



Fonte: HOARE, 2010.

A composição química da lavanda é complexa, já que têm mais de cem componentes, entre eles o acetato de linalila (cerca de 30%) e linalol (cerca de

²⁵CUNHA, A. P; ROQUE, O.R. & NOGUEIRA, M.T. **Plantas Aromáticas e Óleos Essenciais: composição e aplicações**. Lisboa, 2012. *Apud* FERREIRA.

40%). O linalol é capaz de inibir receptores GABA (A), de recepção de ligação no SNC (Sistema Nervoso Central), induzindo-nos a um estado de relaxamento (BRUM *et al.* 2001; HOSSAIN *et al.* 2004). A lavanda pode fornecer uma opção de tratamento mais suave do que os medicamentos ansiolíticos convencionais, segundo Coulson e Khan (1999). Os componentes químicos considerados como majoritários na composição da lavanda (linalila, linalol, pineno, limoneno, e lavandulol) têm sido entendidos como responsáveis pelos efeitos ansiolíticos percebidos. É importante salientar que a lavanda alpina tem um teor de ésteres mais elevado do que as plantas que se encontram em baixas altitudes (SETZER, 2009; HOARE, 2010).

Revisões sistemáticas realizadas por Perry *et al.* (2012); Kritsidima *et al.* (2010); Braden *et al.* (2009); Howard and Hughes (2008); Kutlu *et al.* (2008); Motomura *et al.* (2001) apresentam efeitos positivos na mediação da ansiedade quando do uso do óleo essencial de lavanda. Por isso, os estudiosos avaliaram criticamente os dados de ensaios clínicos randomizados (ECR) de todos os tipos de lavanda, com preparação (oral, olfativa, tópica) no tratamento da ansiedade.

A maioria das aplicações que são encontradas na literatura têm como base a microencapsulação por polimerização interfacial de *Lavandula angustifolia*, utilizada para bases nutricionais e cosméticos como, por exemplo, gel de banho, cremes rejuvenescedores, *sprays* ambientais, entre outros, tendo sempre como foco as propriedades benéficas para a saúde que este óleo proporciona, de acordo com Giner *et al.* (2014). As aplicações na área farmacêutica ocorrem como antioxidantes e bactericida capaz de inibir micro-organismos, conforme salienta Lu *et al.* (2010). Machado (2013) também enfatiza que estudos elaborados com a espécie de *Lavandula angustifolia* apresentam características medicinais e aromáticas as quais podem ser utilizadas nas indústrias cosmética, farmacêutica, de higiene pessoal e alimentos. O autor enfatiza que isso se deve à presença dos ativos constituintes de linalol e acetato de linalila.

Um estudo que envolve a microencapsulação de diferentes óleos essenciais e também de *Lavandula ssp.* e *L. hybrida* foi encontrado. Essa invenção relaciona-se com microcápsulas e com um processo contínuo de microencapsulação de água-em-óleo-em-água através de microencapsulação *in situ* e polimerização interfacial da emulsão. Tais microcápsulas são apropriados para os processos de secagem por

pulverização para ser utilizado como um pó seco, liofilizado, pó autoemulsionável, gel, creme e qualquer forma líquida. Os compostos ativos incluídos nas microcápsulas são benéficos para outros fins biológicos e de saúde. As formulações são adequadas para serem incorporadas em qualquer classe de alimentos, especialmente para a produção de nutracêuticos, bem como produtos cosméticos (tais como cremes de rejuvenescimento, cremes antirrugas, géis para banheira e chuveiro, produtos de consumo e *sprays*) (GINER *et al.* 2014; patente US8685446 B2).

As preparações são adequadas para estabilizar compostos adicionados aos alimentos. O campo da invenção corresponde a métodos de formulação, à utilização de materiais biologicamente ativos, especialmente em produtos alimentares, e ainda mais em produtos nutracêuticos de alimentos funcionais. O método de microencapsulação compreende as microcápsulas produzidas e a aplicação (utilização) delas quando incluem certos compostos (GINER *et al.* 2014; patente US8685446 B2). O princípio dessa invenção se caracteriza pelos seguintes pontos:

Cada uma das microcápsulas apresenta uma parede com um conteúdo em seu interior.

- A parede de cada uma das microcápsulas é formada por pelo menos duas hidrocolóides polimerizadas.
- O conteúdo interno das microcápsulas consiste em uma primeira emulsão de óleo em água.
- O tamanho médio das partículas de cada uma das microcápsulas é de 1-10 μm .
- Pelo menos um ingrediente biologicamente ativo está presente em pelo menos uma fase de óleo descontínua e/ou em uma fase de água descontínua nas microcápsulas.
- As primeiras microcápsulas internas têm cada uma delas uma parede formada por pelo menos dois hidrocolóides polimerizados.
- O conteúdo interno das primeiras microcápsulas interiores compreende, em cada caso, uma segunda emulsão de água em óleo.

3.3.4 A Composição Química e a Qualidade dos Óleos Essenciais

Hoare (2010) descreve que os óleos essenciais utilizados normalmente têm sido definidos como “um coquetel de substâncias químicas”, enfatizando os tipos de moléculas que os formam. Wolffenbüttel (2011) enfatiza que o emprego da nomenclatura “óleo” deve-se ao fato de se tratar de uma substância que apresenta característica físico-química de solubizar-se em fase oleosa, ou seja, é lipossolúvel. Já a terminologia de “essencial” deve-se ao fato de que o óleo essencial contém o âmago, o cerne, a essência da espécie vegetal.

A maioria das moléculas encontradas nos óleos essenciais são formadas por oxigênio, carbono e hidrogênio. Cadeias moleculares são constituídas à medida que os átomos vão se associando e se ramificam de formas extremamente complexas. As unidades de isopreno (composto de 5 carbonos) e anéis aromáticos consistem nas duas estruturas que ocorrem com mais frequência nos óleos essenciais. A propriedade química de um óleo essencial é determinada por dois fatores: a natureza química e o processo de extração. A natureza química das essências sintetizadas pela planta refere-se às condições nas quais a planta é cultivada e a sua espécie. Em relação ao processo de extração, este também vai repercutir nas características do óleo essencial (HOARE, 2010).

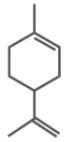
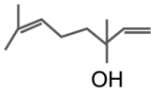

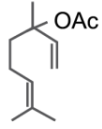
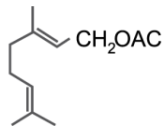
Um único óleo pode ser constituído de inúmeros compostos de alguns grupos ou de todos os demais grupos. Dessa forma, caracterizar-se-iam em cada um diferentes particularidades. Esses compostos são denominados “grupos funcionais”, entre os quais estão os aldeídos, as cetonas, os fenóis, os óxidos, os álcoois, os ácidos e os ésteres (HOARE, 2010). Wolffenbüttel (2011) corrobora que também se encontram nesses grupos os sequiterpenos, fenólicos, fenilpropanoicos, alifáticos não terpênicos, heterocíclicos.

A definição da *Chemical Abstracts Service* (CAS) determina que todo constituinte químico do óleo essencial possui um CAS, pois ele se refere ao “número de identidade de toda a substância química, pura ou composta, oficialmente registrada” (WOLFFENBÜTTEL, 2011). Os componentes dos óleos essenciais podem chegar até a 300 constituintes, apresentando ações terapêuticas diferentes. Também é importante enfatizar que as concentrações dos componentes

encontradas nos óleos essenciais são um dos fatores que determinam a atuação terapêutica. Para essa definição, utilizam-se não só os “marcadores ativos majoritários” ou “princípios ativos majoritários”, mas também aqueles que se encontram em menores proporções, ou seja, todos podem ter atividade.

Esse fator é importante uma vez que uma mesma planta pode produzir óleos essenciais diferentes dependendo do método de extração ao qual foi submetida. Ou ainda, depende-se das condições ambientais em que essas plantas são cultivadas, como, por exemplo, latitude, longitude, ações climáticas, culturas vizinhas e preparo do solo diferente. Isso acontece porque o óleo essencial desempenha um papel de proteção na planta para a sua sobrevivência. Essas são as causas que levam o óleo essencial a apresentar diferentes composições químicas. Na figura 10, podem ser verificados os constituintes e a estrutura dos componentes do óleo essencial de *Lavandula officinalis* (WOLFFENBÜTTEL, 2011).

Figura 10 – Constituintes e estruturas dos componentes do óleo essencial de *Lavandula officinalis*

PICO	CONSTITUINTE	QUANTIDADE EM PERCENTUAL	ESTRUTURA QUÍMICA
1	Limoneno	3,4	
2	Linalol	30,9	
3	Cânfora	3,3	
4	Acetato de Linalila	29,3	
5	Acetato de citronelila	16,1	

Fonte: Adaptado de Wolffenbuttel (2011, p. 37).

Quando na literatura encontramos a terminologia “a alma da planta” ou “a energia vital da planta”, essa nomenclatura se refere à parte da “nuvem aromática” que é liberada. A planta produz óleos essenciais nas seguintes partes: flores, cascas de frutos (denominados cítricos), folhas e pequenos grãos (*petitgrain*), raízes, cascas da árvore, resinas da casca, sementes. Denominam-se tricomas as “bolsas” onde fica encapsulado o óleo essencial na planta, os quais são rompidos naturalmente pela espécie vegetal, liberando o óleo essencial, que forma uma espécie de nuvem aromática (WOLFFENBUTTEL, 2011).

Existem muitos processos de extração artesanais ou industriais de óleos essenciais, como “extração a vapor, por hidrodestilação; supercrítica; subcrítica; por gás refrigerante; por extrusão ou prensagem; a vácuo; *enfleurage*; por solvente; e por óleo” (WOLFFENBUTTEL, 2011).

A qualidade do óleo essencial é de extrema importância no que tange ao uso como princípio ativo. Na hora da sua compra, o usuário deve sempre se informar sobre as especificidades técnicas que asseguram a qualidade desse óleo. Algumas variáveis devem ser consideradas, como nome popular ou botânico, quimiotipo ou ativos majoritários, densidade, atividade óptica, índice de refração, solubilidade em etanol, coloração, nota perfumística, parte da planta da qual o óleo foi extraído, método de extração, região de cultivo, lote e validade (WOLFFENBUTTEL, 2011).

3.4 MICROCÁPSULAS

Tood e Bakan (1971, 2001 *apud* RAMOS, 2006)²⁶ definem a microencapsulação como um processo em que líquidos, gases e sólidos são envolvidos por uma membrana de polímeros sintéticos ou naturais, biodegradáveis ou não, tendo como objetivo principal a proteção contra a luz, a umidade, a exposição e a intempéries, etc. Essa técnica também permite, segundo os autores, incorporar materiais de natureza incompatível em um mesmo produto, além de

²⁶TOOD, R D. Microencapsulation and the Flavour Industry. **Flavour Industry**, London, v. 21, n. 12, p. 372-377. 1971. *Apud* RAMOS.

BAKAN, J.A. Microencapsulação. In: LACKMAN, L.; LIEBERMAN, H. A.; KANING, J.L. **Teoria e Prática na Indústria Farmacêutica**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2001. v. 2, p. 707-735. Tradução: João F. Pinto; Ana Isabel Fernandes. *Apud* RAMOS.

possibilitar a liberação modificada do encapsulamento e ampliar a vida útil do produto.

A origem das microcápsulas, segundo Hansel *et al.* (2000 *apud* Ramos, 2006)²⁷, surge no final da década de 1950, pela impregnação de papéis com corantes microencapsulados. As primeiras patentes nasceram nos Estados Unidos em 1956.

O produto resultante do processo de microencapsulação é denominado de “microcápsula”. Tais cápsulas são de tamanho micrométrico e têm uma forma esférica ou irregular. As microcápsulas podem ser divididas em duas partes: o núcleo e o revestimento. O núcleo (a parte interna) contém o ingrediente ativo, enquanto a “casca” (a parte externa) protege o núcleo, de forma permanente ou temporária, da atmosfera externa. Além de sólido, líquido ou gás, o material do núcleo está, na maioria das vezes, sob a forma de uma solução, dispersão ou emulsão. A compatibilidade do material de núcleo com o revestimento é um importante critério na eficiência de microencapsulação em relação ao desempenho da microcápsula. O tamanho do núcleo também desempenha um papel importante para a difusão, a permeabilidade ou as aplicações de liberação controlada. Dependendo da aplicação, uma ampla variedade de materiais de núcleo pode ser encapsulada, incluindo os pigmentos, corantes, catalisadores, agentes de cura, plastificantes, fragrâncias, entre outros (GHOSH, 2006).

A gelatina é um material comumente utilizado para a formação de paredes, mas polímeros sintéticos, tais como polivinil álcool, PVA, acetato de celulose, policloreto de vinila, PVC e outros materiais também podem ser utilizados. Uma das vantagens da microencapsulação é que a dose administrada de um fármaco é subdividida em pequenas unidades que são distribuídas ao longo de uma grande área do trato gastrointestinal, o que pode aumentar a absorção. As microcápsulas ou microesferas podem apresentar interesse para o segmento alimentar, farmacêutico, cosmético, produtos de cuidados pessoais, agrícola, medicina veterinária, produtos químicos industriais, biotecnologia, indústrias biomédicas e de sensores (HAMMAD *et al.* 2011).

²⁷HANSEL, H C.; POPOVICK, N C.; ALLEN JUNIOR, L V. **Farmacotécnica**: formas farmacêuticas e sistemas de liberação de fármacos. 6. ed. São Paulo: Premier, 2000. 586 p. *Apud* RAMOS.

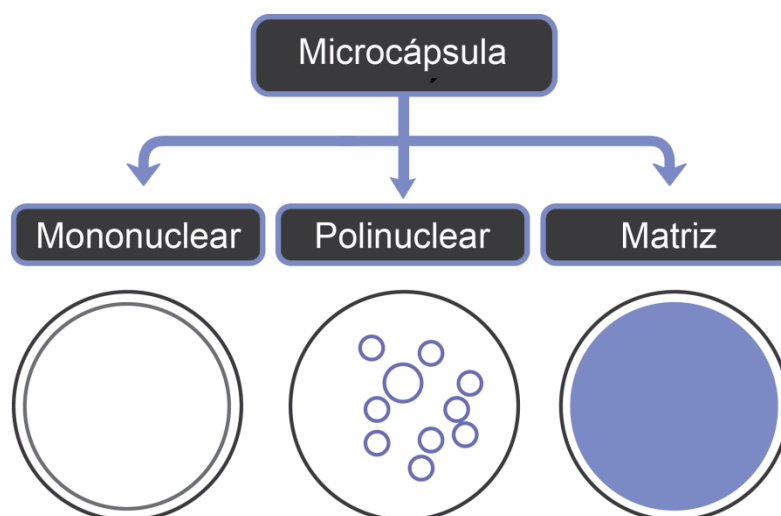
A abundância de polímeros naturais e sintéticos oferece um escopo mais amplo para a escolha do material de revestimento, que pode ser permeável, semipermeável ou impermeável. Paredes permeáveis são utilizadas para aplicações de liberação controlada, enquanto as cápsulas semipermeáveis são geralmente impermeáveis em relação ao material do núcleo, mas permeáveis em se tratando de líquidos de baixo peso molecular. Assim, essas cápsulas podem ser usadas para absorver substâncias a partir do ambiente e a libertá-las de novo, quando trazidas para outro meio (GHOSH, 2006).

O revestimento ou parede impermeável inclui o material do núcleo e o protege do ambiente externo. Assim, para liberar o conteúdo, o revestimento deve ser rompido pela pressão do lado de fora, podendo ser fundido, seco, dissolvido em solvente ou degradado sob a influência da luz. A liberação do material do núcleo, através do invólucro permeável, é principalmente controlada pela espessura da parede do reservatório e do seu tamanho de poro. Por isso, a dimensão de uma microcápsula é um critério importante para aplicações industriais (GHOSH, 2006).

São duas estruturas básicas que podem ser construídas no processo de microencapsulação: o sistema tipo “reservatório” e o “matricial”. No primeiro, uma partícula mononucleada é envolvida por uma parede fina (microcápsula); no segundo, o material encapsulado está disperso em uma matriz (microesfera ou micropartícula) (VERSIC, 1998).

As microcápsulas podem ser classificadas em três categorias básicas de acordo com sua morfologia, conforme pode ser observado na figura 11, mononuclear, polinuclear e matricial (GHOSH, 2006).

Figura 11 – Ilustração da morfologia das microcápsulas



Fonte: Adaptado de GHOSH, 2006.

As microcápsulas mononucleares (*Core-Shell*) contêm uma casca em torno do núcleo, enquanto as polinucleares têm muitos núcleos fechados dentro do “*Shell*”. Em encapsulação de matriz, o material do núcleo é distribuído homogeneamente na matriz polimérica. Além dessas três morfologias básicas, microcápsulas podem também ser mononucleares com várias camadas, ou podem formar grupos de microcápsulas, conforme Hammad *et al.* (2011).

Segundo Bodmeier & Chen (1998), Wan; Heng; Chan (1992); Giunchedi; Conte (1995 *apud* Beck, 2005)²⁸, as micropartículas (1-1000 μm), na maioria das vezes, são formadas por materiais poliméricos. Tood (1971) e Bakan (1971) salientam que a espessura da parede é de 2 a 30% do peso total da partícula. Ré (1998) enfatiza que algumas variáveis são importantes para a seleção do método a ser utilizado, como o custo da operação, a sensibilidade do encapsulamento, as propriedades físicas e químicas, o tamanho e os mecanismos de liberação.

Existem muitos métodos de preparação. Um deles é o de secagem por aspersão (*spray-drying*), em que se destacam algumas vantagens, como rapidez e preparação em uma única etapa, facilidade de transposição de escala e baixo custo. Esse método é o mais utilizado para encapsulamento de fragrâncias, óleos e sabores (BAKAN, 1971).

²⁸GIUNCHEDI, P.; CONTE, U. **Spray-drying as a preparation method of microparticulate drug delivery systems: overview**. STP Pharm.a Sci., Paris, v. 5, p. 276-290, 1995. *Apud* BECK.

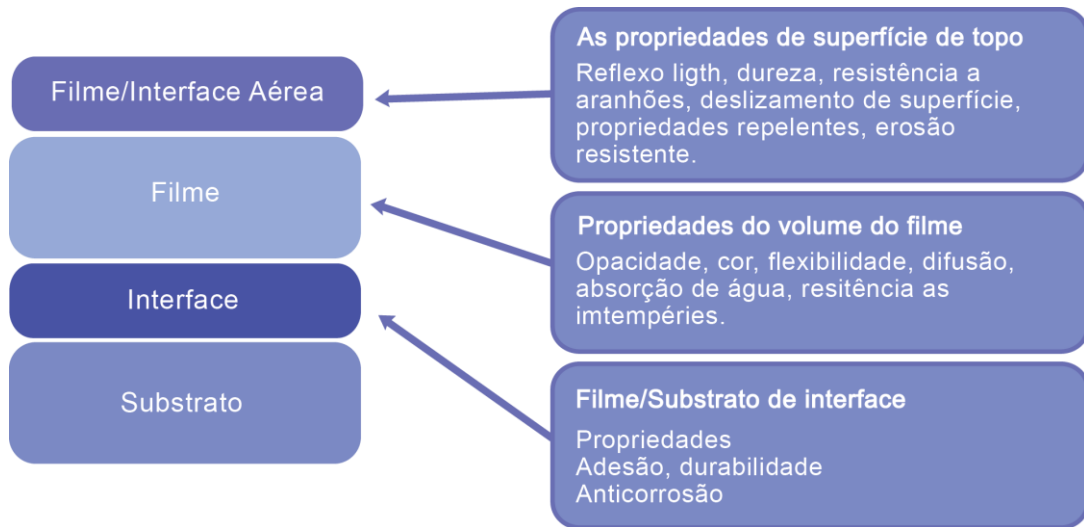
Outra classificação dos métodos de microencapsulação divide as técnicas em dois tipos: químicos e físicos. No método físico, posteriormente, subdivide-se novamente em físico-químicos e físico-mecânicos (GHOSH, 2006). Existem vários métodos dentre essas subdivisões, mas a mais conhecida é a de polimerização *in situ* interfacial, a qual ocorre pela reação de dois monômeros dissolvidos em dois solventes diferentes e imiscíveis. Neste momento, existe a reação de ambos repercutindo na formação do polímero da casca das cápsulas. Vários pontos positivos se apresentam com esse método, como a possibilidade da execução em temperatura ambiente sem precisar de elevadas temperaturas, como o tempo de reação rápida sem necessitar de uma equivalência estequiométrica precisa (KAGE *et al.* 2002 e Apostila Farmácia). Os reagentes ou monômeros são responsáveis pela polimerização interfacial, formando o invólucro da microcápsula nos dois líquidos.

Outra questão muito importante no processo, segundo Anandaraman e Reineccius (1986 *apud* Ramos, 2006)²⁹ é a espessura da casca da microcápsula, porque, dependendo do tamanho, os autores observaram um aumento na retenção do óleo essencial de laranja devido à impregnação de maltodextrinas com diferentes proporções de dextrose contidos no polímero. Outro fator primordial na retenção do aroma é a velocidade de migração através da parede do suporte. Destaca Thijssen, em 1971, que “a perda dos voláteis durante o processo de secagem é independente da volatilidade relativa do aroma, sendo controlada pela velocidade de migração de compostos para a superfície” (RAMOS, 2006, p. 17).

Ramos (2006) explica ainda que a polaridade é um fator primordial nesse processo, pois, quanto maior a polaridade, mais facilmente ele migrará para a superfície do suporte durante o processo de secagem, reduzindo, dessa forma, a retenção. Entre quesitos importantes a serem considerados na retenção do aroma, destacam-se a integridade da superfície da casca e a porosidade. A figura 12 apresenta a classificação topográfica das propriedades do revestimento.

²⁹ANANDARAMAN, S.; REINECCIUS, G. A. **Stability of encapsulated orange peel oil**. Food Technology, v. 40, n. 11, p. 88-93, 1986. *Apud* RAMOS.

Figura 12 – Classificação topográfica das propriedades do revestimento



Fonte: Adaptado de GHOSH, 2006.

Existem diversas razões para as substâncias poderem ser encapsuladas. Finch (1990), Liu *et al.* (2008) e Hammad *et al.* (2011), esclarecem a exemplo disso:

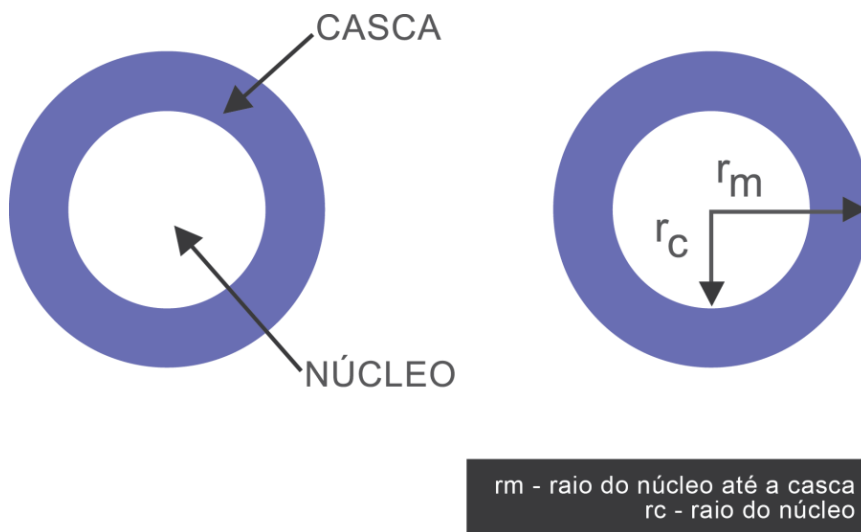
- a) Proteger substâncias reativas do ambiente;
- b) Converter componentes ativos líquidos num sistema sólido seco;
- c) Separar componentes incompatíveis para razões funcionais;
- d) Mascarar propriedades indesejáveis dos ativos componentes;
- e) Proteger o ambiente imediato dos componentes ativos das microcápsulas;
- f) Controlar a liberação dos componentes ativos em relação ao retardo da liberação (temporizador) ou à longa ação de liberação (sustentada).

3.4.1 Materiais para Microencapsulação

Segundo Hammad *et al.* (2011), para a obtenção de microesferas, devem ser apurados alguns critérios básicos como o entendimento das propriedades gerais de microcápsulas, tais como a natureza dos materiais de núcleo e de revestimento, as

características de estabilidade e de liberação do material nucleado, e também devem ser apurados os métodos de microencapsulação, como ilustra a figura 13.

Figura 13 – Ilustração Esquemática das Microcápsulas e secção transversal de uma microcápsula idealizada (r_m e r_c)



r_m - raio do núcleo até a casca
 r_c - raio do núcleo

Fonte: Adaptado de GHOSH, 2006.

O material do núcleo definido como material específico a ser revestido pode ser líquido ou sólido na natureza. A composição do material do núcleo é variada, porque, conforme o núcleo podem incluir-se líquidos dispersos e/ou materiais dissolvidos. O núcleo sólido pode ser uma mistura de componentes ativos, estabilizantes, diluentes e retardadores de taxa de liberação ou aceleradores. A capacidade para variar o material do núcleo oferece flexibilidade definitiva, e a utilização dessa característica permite frequentemente, em uma concepção e desenvolvimento eficaz, as propriedades desejadas nas microcápsulas (GHOSH, 2006).

Na seleção de um material de revestimento específico, as seguintes questões devem ser consideradas (GHOSH, 2006):

a) Qual é a dosagem ou produto específico que constitui tanto requisitos de estabilização quanto características de liberação reduzida em relação à volatilidade, a condições ambientais, etc.?

b) O material de revestimento irá satisfazer os objetivos e requisitos?

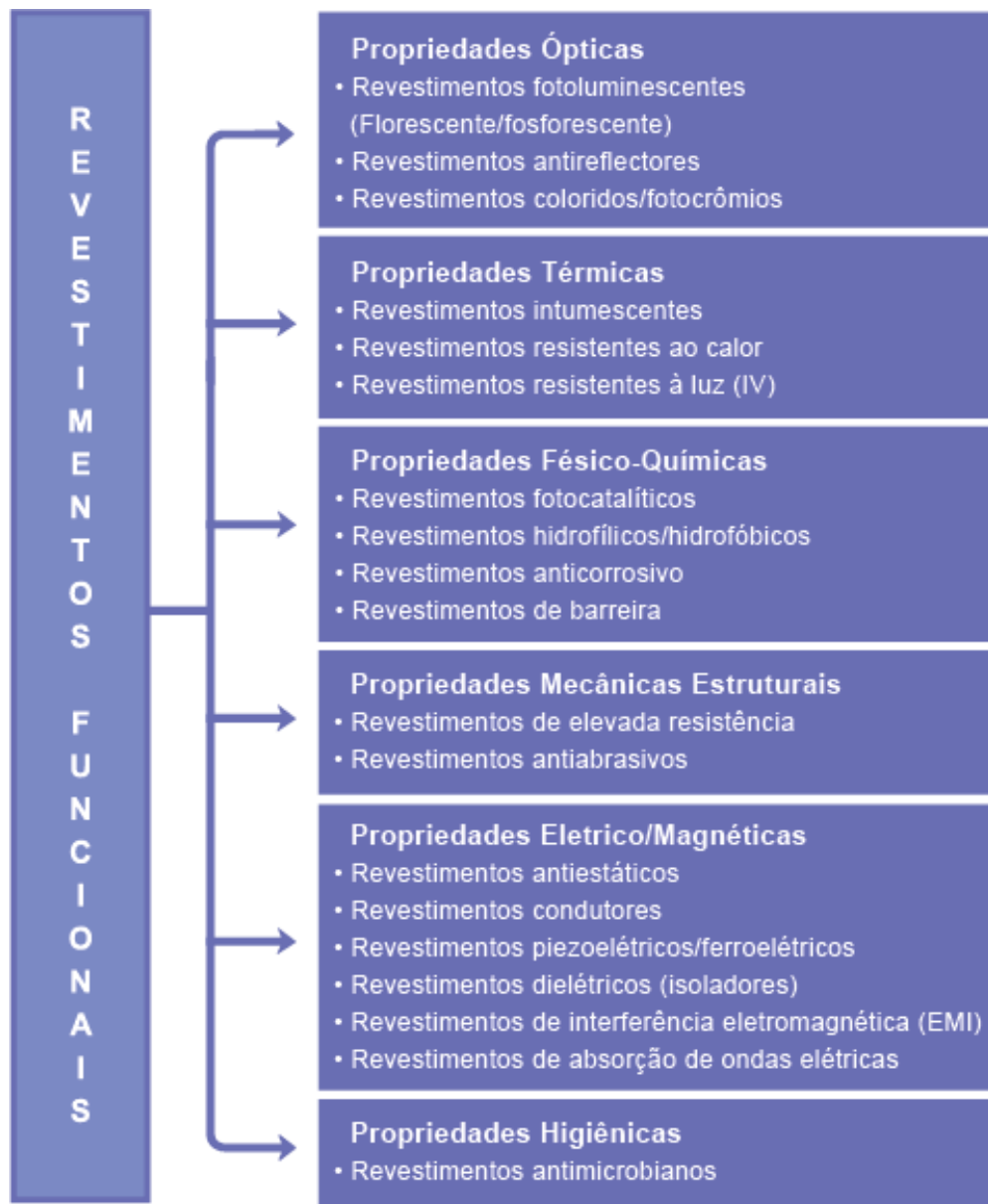
c) Qual é o método mais adequado em relação ao microencapsulamento no que se refere ao revestimento de produtos?

d) A seleção apropriada do material de revestimento repercute nas resultantes das propriedades físicas e químicas das microcápsulas?

O material de revestimento deve ser capaz de formar uma película coesiva com o núcleo, por isso tem de ser quimicamente compatível e não reativo com o material do núcleo e fornecer as propriedades de revestimentos desejados, tais como: resistência, flexibilidade, impermeabilidade, propriedade óptica e estabilidade. As propriedades típicas de revestimento, tais como coesão, permeabilidade, absorção de umidade, solubilidade, estabilidade e clareza necessitam ser consideradas na seleção adequada do material de revestimento da microcápsula (BARROS, 2008).

A figura 14 representa o revestimento de materiais e os processos aplicáveis na microencapsulação (BARROS, 2008).

Figura 14 – Tipos de Revestimentos Funcionais



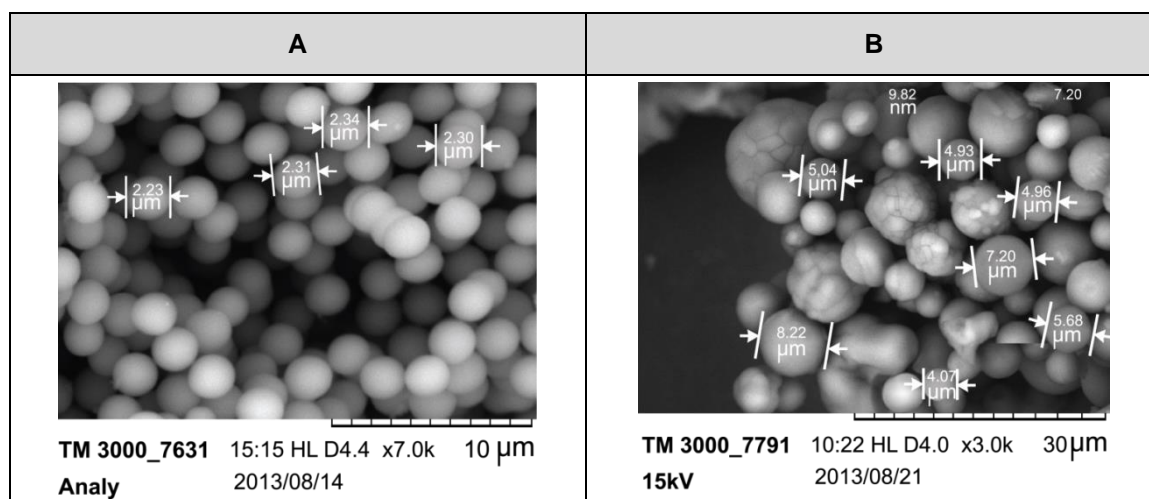
Fonte: Adaptado de BARROS, 2008.

Os autores enfatizam que, embora existam significativos avanços na área de microencapsulação, ainda há muitos desafios que precisam ser corrigidos durante a seleção adequada de núcleo, materiais de revestimento e técnicas de processo.

Segundo Ocak *et al.* (2011), em recentes anos, cresceu o interesse pela utilização de óleos essenciais para aplicações ecoamigáveis e usos biodegradáveis. (MAJI *et al.* 2007; MAJI e HUSSAIN, 2009). A microencapsulação de óleos essenciais voláteis por paredes de materiais poliméricos passa a ser uma solução

eficaz para aumentar a estabilidade dos compostos, a fim de melhorar a sua eficiência (XIANG *et al.* 2007; LAMEIRO *et al.* 2007; MAJI *et al.* 2007; MAJI; HUSSAIN, 2009; HAROUN; EL-HALAWANY, 2010; OCAK *et al.* 2011). Recentemente, a microencapsulação de compostos ativos tem se tornado uma área interessante para fibras, couros, tecidos e tecnologias de revestimento (NELSON, 2002; XIANG *et al.* 2007; SOHN *et al.* 2007; BADULESCU *et al.* 2008; RODRIGUES *et al.* 2008; RENZI; CARFAGNA; PERSICO, 2010). A figura 15 apresenta um exemplo de microcápsulas poliméricas de óleo essencial de laranja.

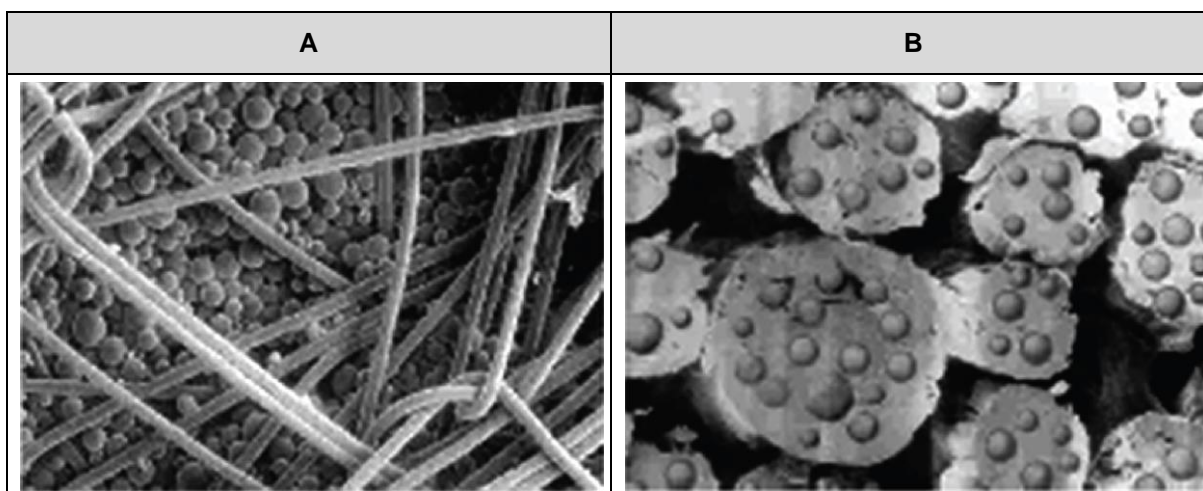
Figura 15 – Microcápsulas poliméricas de óleo de laranja



3.4.2 Aplicações em Tecidos e Impregnações

Segundo Nelson (2002), a microencapsulação tem sido muito utilizada na aplicação de tecidos, alterando suas propriedades e características, a durabilidade de fragrâncias e de texturas, como pode ser visto na figura 16. Existem outras aplicações como em repelentes, tintas, materiais para mudança de fase e aplicações médicas, como antibiótico, hormônios, entre outros. Microencapsular óleos essenciais apresenta diversas aplicações nobres, segundo o autor, particularmente para tecidos infantis, com foco na aromaterapia.

Figura 16 – Microcápsulas nos tecidos, na superfície (A) e entre as fibras (B)



Fonte: Adaptado de NELSON, 2002.

Segundo Nelson (2002), a empresa Kanebo Gohsen de Osaka, Japão, manteve o seu interesse em fragrâncias microencapsuladas derivadas de sua divisão de produtos de perfumaria. A empresa Matsui Shikiso Chemical Co de Kyoto também desenvolveu uma forma de fixação de compostos aromáticos em tecidos usando microcápsulas. O tecido é primeiramente tratado com um composto azotado catiônico, e a parede da microcápsula é fabricada para aderir a essa camada. As cápsulas podem variar de tamanho entre 0,1 e 100 μm e são feitas usando técnicas de deposição interfacial ou polimerização *in situ*. Compostos encapsulados incluem almíscar, civeta, âmbar, pinho e óleos cítricos. O autor cita também os especialistas do grupo Itochu, que também trabalham com aplicação de microcápsulas olfativas em produtos da indústria têxtil. O processo de liberação dos conteúdos das cápsulas se dá pela leve abrasão, como ocorreria durante o uso no dia a dia. As cápsulas podem sobreviver a várias lavagens, podendo ser aplicadas em fibras, tais como algodão.

Nelson (2002) destaca que esse procedimento tem também como objetivo “o desejo de um estilo de vida mais saudável e mais produtivo” para, dessa forma, gerar também um mercado para os produtos têxteis que promovem “bem-estar”. Ou seja, têxteis que possam interagir com o usuário, reduzindo o estresse e promovendo conforto e relaxamento, são possíveis devido a essa técnica. Na última década, as indústrias têxteis da Europa Ocidental, do Japão e dos EUA têm-se

concentrado no desenvolvimento de tecidos de desempenho com valor agregado para esportes e uso externo, bem como novos têxteis para uso na área da saúde. A microencapsulação pode desempenhar um papel importante nesse desenvolvimento continuado, por exemplo, permitindo que os produtos químicos de detecção sejam anexados em roupas esportivas e produtos médicos.

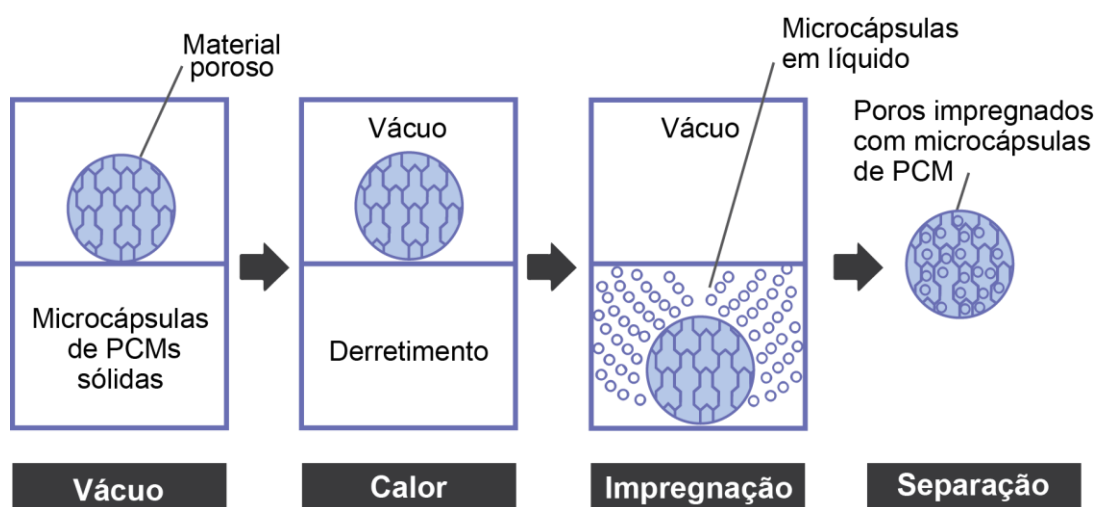
Como exemplo disso, o autor também destaca que, na Coreia, o Eldorado International Co de Seul e uma série de outras empresas oferecem novos tecidos que emitem o aroma natural de flores, frutas, ervas e perfumes. Microcápsulas contendo um aroma natural ou óleo essencial são presas ao tecido depois do tingimento. A liberação do princípio ativo das microcápsulas ocorre quando elas se rompem em contato com o movimento do usuário, liberando o aroma.

Até agora, a empresa aplicou a tecnologia em cortinas, sofás, almofadas e lençóis, assim como em alguns brinquedos. Com muitos destes produtos, os fabricantes perceberam efeitos da aromaterapia, atrelados à capacidade de ajudar no combate à insônia. Os aromas mais frequentemente aplicados incluem o de menta, limão, jasmim, pinho e laranja (NELSON, 2002).

As aplicações potenciais de microencapsulação em têxteis são tão amplas quanto a imaginação de *designers* e fabricantes de têxteis. O sucesso inicial para algumas empresas na produção de acabamentos microencapsulados para têxteis surgiram a partir de colaboração e adaptação de tecnologia de outros setores industriais. Segundo Nelson (2002), a indústria têxtil deve continuar com foco para o exterior e desenvolver os tecidos que os consumidores desejam (NELSON, 2002).

A figura 17 mostra o procedimento de impregnação com ou sem vácuo. O Método foi utilizado devido ao fato de o suporte de impregnação ter poros muito pequenos. Esse procedimento consiste primeiramente em colocar o PCM (*Phase Change Material*) sólido e os materiais porosos em um forno elétrico com uma bomba de vácuo em uma temperatura constante de 150°C para poder fundir o composto de eritriol. Posteriormente, os suportes foram colocados fisicamente em PCM líquidos para 1,8Ks. Finalmente, os materiais foram retirados e secos para serem submetidos a análises como a calorimetria exploratória diferencial (DSC) (NOMURA; OKINAKA; AKIYAMA, 2009).

Figura 17 – Impregnação a vácuo na execução do composto de mudança de fase



Fonte: NOMURA; OIKINAKA; AKIYAMA, 2009.

3.5 NANOPARTÍCULAS

Quando falamos em nano, temos o entendimento de que os materiais apresentam-se em escalas nanométricas, podendo apresentar novos comportamentos e também propriedades diferentes das já conhecidas em escala macroscópica. Essa corresponde a dimensões entre 0,1 e 1000 nm. Na nanotecnologia, utilizam-se processos de controle dos atributos químicos e físicos e também se consideram características que possam ser combinadas com estruturas maiores, visto que, na maioria das vezes, as dimensões trabalhadas são menores que 100 nm (DURAN; MATTOSO E MORAIS, 2012).

As nanopartículas inicialmente agruparam as nanocápsulas e as nanoesferas. De acordo com a literatura, as nanocápsulas correspondem a uma parede polimérica envolvendo um núcleo de óleo, já as nanoesferas são constituídas por uma matriz polimérica (MEGENHEIM; LEVY; BENITA, 1993 *apud* KHAYATA *et al.* 2012)³⁰. Uma das vantagens das nanocápsulas em relação às nanosferas é o baixo teor polimérico e a alta capacidade de carga de substâncias lipofílicas (HIRECH *et al.* 1999). Outras vantagens é a de confinar as substâncias ativas dentro de uma cavidade central para que o efeito de degradação possa ser evitado, pois o fármaco não está em contato direto com os tecidos e, portanto, a irritação no local de

³⁰MEGENHEIM, B; LEVY, M.Y; BENITA, S. *International Journal Pharm.* 1993, 94-115.

administração será reduzida, e o fármaco pode ser protegido contra a degradação tanto durante o armazenamento quanto após a administração (COUVREUR *et al.* 1982).

Questões importantes aventadas por Duran, Mattoso e Morais (2012) são as alterações comportamentais que ocorrem devido à redução de tamanho como, por exemplo, as forças naturais (gravidade, atrito, eletrostática, etc.). Também se destacam dois fatores extremamente importantes: as forças de Van Der Waals e o movimento *browniano*. A assimetria das moléculas, uma vez que a maioria das moléculas não são simétricas, provoca a repulsão ou atração de outras moléculas devido à distribuição não uniforme das cargas espaciais que geram campos elétricos assimétricos.

No quadro 3, podem ser vistos os efeitos predominantes com a redução da escala desde dimensões de metros até o *angstron* (Å).

Quadro 3 – Efeitos predominantes com a redução da escala

UNIDADE DE MEDIDA	DO TAMANHO DE	EFEITOS PREDOMINANTES
Metro (m) 1,0 m	Criança pequena, bicicleta, etc.	Gravidade, atrito, combustão.
Centímetro (cm) 0,01 m	Polegar humano, moedas, etc.	Gravidade, atrito, combustão.
Milímetro (mm) 0,001 m	Grão de açúcar, etc.	Gravidade, atrito, combustão, força eletrostática.
Micrômetro (μm) 0,000001 m	1/40 do diâmetro de um cabelo humano.	Força eletrostática, Van Der Waals, movimento Browniano.
Nanômetro (nm) 0,000000001 m	Comprimento de uma fila de 5 a 10 átomos.	Força eletrostática, Van Der Waals, movimento Browniano, mecânica quântica.
Angstron (Å) 0,0000000001 m	1 átomo, 10 vezes o comprimento de onda de um elétron.	Mecânica quântica.

Fonte: Adaptado de Duran, Mattoso e Morais (2012, p. 23).

3.5.1 Nanopartículas e Carreadores Lipídicos Nanoestruturados

A classificação de nanopartículas lipídicas se intensificou a partir dos anos 1990. Antes desse período, havia apenas três grupos de pesquisa que trabalhavam com nanopartículas lipídicas sólidas. Existem atualmente muitos outros grupos de pesquisa trabalhando com nanopartículas à base de lipídios em todo o mundo, estimado pelos artigos publicados. Isso demonstra o interesse crescente pelo campo de nanopartículas lipídicas. Nanopartículas lipídicas têm sido investigadas para aplicação farmacêutica por várias vias de administração, como parenteral, oral, dérmica, ocular e pulmonar. Além disso, na última década, tem sido estudada intensamente a aplicação dérmica tanto em utilizações farmacêuticas quanto cosméticas, devido a excelente tolerabilidade desses veículos para aplicação cutânea (PARDEIKE; HOMMOS e MÜLLER, 2009).

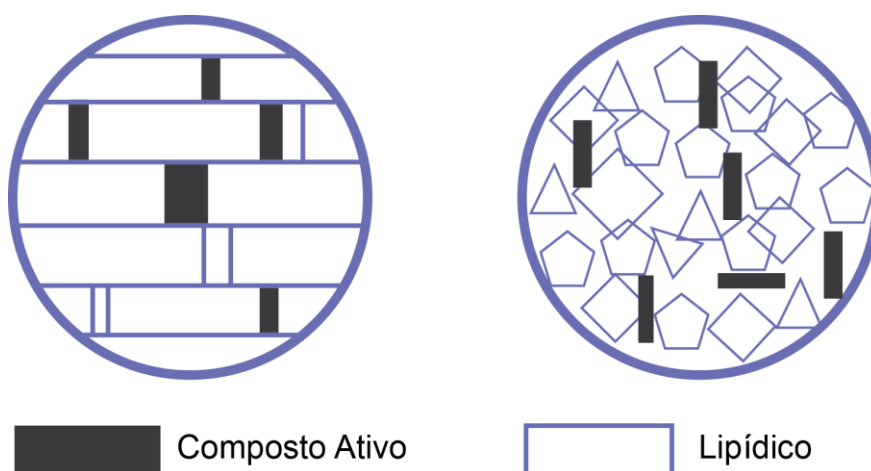
Para um melhor entendimento do sistema, é preciso esclarecer que as NLS (nanopartículas lipídicas sólidas) foram desenvolvidas no início dos anos 1990 como um sistema de liberação alternativo a emulsões, lipossomos e nanopartículas poliméricas. NLS são produzidas por substituição do líquido lipídico (óleo) de uma emulsão por um lipídio sólido ou uma mistura de lipídios sólidos, isto é, a matriz da partícula lipídica deverá estar no estado sólido à temperatura ambiente ou corporal (MÜLLER; OLBRICH, 2000b). Elas são compostas de 0,1% (w/w) a 30% (w/w) de lipídios sólidos dispersos em um meio aquoso, estabilizado com 0,5% (w/w) a 5% (w/w) de surfactante, geralmente.

As NLS, consideradas a primeira geração, e os carreadores lipídicos sólidos (CLN), a segunda geração de nanopartículas lipídicas, mostram uma evolução quando comparamos com a nanoemulsão (NE) (CHAROENPUTTAKUN *et al.* 2014). Na segunda geração de nanopartículas lipídicas, as partículas são produzidas utilizando as misturas de lipídios sólidos e líquidos (óleos). Lipídios sólidos são misturados com lipídios líquidos (óleos), de preferência numa proporção de 70:30 até uma proporção de 99,9:0,1. Devido à presença de óleo nessas misturas, o ponto de fusão encontra-se mais baixo comparado com o lipídio sólido puro – e as misturas obtidas também são sólidas à temperatura do corpo. Essas são denominadas como Carreadores lipídicos nanoestruturados abreviado de “CLN”. (MÜLLER; OLBRICH,

2000b *apud* PARDEIKE; HOMMOS e MÜLLER, 2009)³¹. Esta segunda geração de partículas submicrométricas também pode ser carregada com princípios ativos cosméticos e farmacêuticos.

Na figura 18, os autores mostram a formação de uma perfeita estrutura cristalina em NLS (à esquerda) por moléculas de forma semelhante a uma parede de tijolos com capacidade de carga limitada de ativos. A formação de uma matriz de partículas sólidas de (CLN) carreadores lipídicos nanoestruturados (à direita) apresenta muitas imperfeições em comparação à construção de um “muro de pedras” apresentado na figura 18, à esquerda, tendo como característica o aumento das imperfeições e a elevação do aumento da capacidade de carga de compostos ativos, sendo essa a principal vantagem dos CLN em relação aos NLS (MÜLLER; OLBRICH, 2000b *apud* PARDEIKE; HOMMOS e MÜLLER, 2009).

Figura 18 – Formação de Nanopartículas Lipídicas



Fonte: Adaptado de MÜLLER *et al.* (2002 *apud* PARDEIKE; HOMMOS e MÜLLER, 2009).

Na figura 19 a seguir, pode-se verificar o processo de produção de nanopartículas lipídicas que utilizam frio (fundo cinza) e quente (fundo lilás) com a técnica de homogeneização em alta pressão.

³¹MÜLLER, R. H.; OLBRICH, C., 2000b. **Neue Adjuvantien in der Impfstofftechnologie.** Pharmazeutische Biotechnologie W. Verlagsgesellschaft. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart, p. 283-302. *Apud* PARDEIKE; HOMMOS e MÜLLER.

Figura 19 – Processo de produção de Nanopartículas Lipídicas que utilizam frio e quente com a técnica de homogeneização em alta pressão



Fonte: Adaptado de Pardeike; Hommos e Müller (2009).

As nanopartículas lipídicas são compostos lipídicos biocompatíveis com um alto ponto de fusão como o núcleo sólido, o qual é revestido por tensoativos anfifílicos não tóxicos que permitem sua dispersão em meio aquoso. As nanopartículas apresentam também intervalo de tamanho submicrométrico (50-1000 nm) e se apresentam no estado sólido na temperatura ambiente. Estudos têm demonstrado que as características físico-químicas e estabilidade de SLNs dependerão das propriedades do fármaco e dos ingredientes. A seleção adequada de lipídios, agentes tensoativos, e a sua composição podem afetar o tamanho da partícula, a estabilidade em longo prazo durante o armazenamento, a capacidade de incorporação e o comportamento de liberação (KHERADMANDNIA *et al.* 2010)³².

³²KHERADMANDNIA, S. *et al.* Preparation and characterization of ketoprofen-loaded solid lipid nanoparticles made from from beeswax and carnauba wax. **Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine**. v. 6, p. 753-759, 2010.

Kheradmandnia *et al.* (2010) verificaram que o tamanho das partículas diminuiu com o aumento do teor de tensoativo, o que provoca a redução de tensão de superfície, facilitando a partição das partículas durante a homogeneização, contribuindo para a redução do tamanho das partículas. Verificou-se que tensoativos mistos, muitas vezes, podem reduzir a tensão interfacial mais do que as formulações de um único tensoativo. Importante também levar em consideração o tipo de tensoativo, pois pode também afetar a estabilidade das partículas durante períodos de armazenagem.

Os autores também constataram que, usando uma mistura de lipídios de cera de abelha e de carnaúba, pode-se diminuir o tamanho da NLS em comparação com os lipídios puros. Esses resultados indicam que as misturas de lípidos podem ser mais adequadas do que os lípidios puros para a produção de NLSs.

Moghimpour; Ramezani e Handali (2003) produziram NLS contendo óleo essencial de *Zataria multiflora* e verificaram que o óleo essencial pode interagir com PEG, SDS e álcool cetílico durante a preparação do SLN. Os autores revelaram que pode-se obter estruturas esféricas e chegaram à conclusão de que se pode formular nanoestruturas lipídicas sólidas de óleo essencial de *Z. multiflora*, facilitando a aplicação e utilização do óleo essencial em terapias. Bilia *et al.* (2014) vêm ao encontro dessa afirmativa quando salienta que a nanoencapsulação, ou a formação de nano e microemulsões, nanopartículas e carreadores lipídicos nanoestruturados representam uma estratégia importante quando o objetivo é a incorporação de óleo essenciais e a preservação de seus princípios ativos e voláteis.

Alguns estudos já demonstraram a viabilidade de se empregar óleos essenciais em nanopartículas lipídicas sólidas, tais como óleo essencial de *Z. Multiflora* (Moghimpour; Ramezani e Handali, 2003), *Cocos nucifera L.* (Scalia, Franceschinis e Bertelli, 2013). *Rosmarinus officinalis L.* (alecrim) e de *Lippia sidoides* (Oliveira, 2015). Nestes estudos, os sistemas foram denominados NLS, embora teoricamente poderiam ser classificados como CLN, pela quantidade de óleo incorporado.

Uma revisão recente de Asbahabi *et al.* (2015) enfatiza que apesar das inúmeras aplicações que óleos essenciais apresentam, esses são muito sensíveis a

fatores ambientais quando usados como tal. O processo de encapsulação torna-se uma alternativa relevante que poderia aumentar a estabilidade de óleos essenciais. Várias técnicas têm sido utilizadas com sucesso para alcançar este objetivo com resultados interessantes. Hoje em dia, a combinação de óleos essenciais e moléculas ativas está atraindo uma atenção especial a fim de obter-se partículas coloidais para dermatologia – e agora cosmeto-têxtil como nova aplicação.

Podemos ainda salientar alguns produtos ou processos já patenteados contendo lavanda, que têm um foco na aplicação terapêutica por inalação, uso tópico ou ingestão, mas que se diferem da presente proposta em algum quesito (como tipo de carreador ou aplicação). Por exemplo, a patente nº. US 2008/0044499 A1 – “componente para a melhora do sono”, dos autores Makoto Ozeki, Haruo Yao, Tsutomu Okubo e Lekh Raj Juneja, protege uma composição que tem como finalidade a melhora do sono. Este produto possui teanina e pelo menos mais um componente selecionado do grupo constituído de camomila, lavanda, erva-de-são-jão, cava-cava, valeriana, passiflora, triptofano, ácido γ -aminobutírico, serotonina, melatonina e *cedrol*.

A composição da presente invenção pode ser consumida tal como está, como um alimento seco, um suplemento, ou de um alimento líquido, como uma bebida suave, água mineral, bebida de álcool, etc., numa forma de dosagem, como comprimidos, cápsulas, pó, grânulos, preparação bebível, etc., ou como uma substância de volatilização com foco na melhora do sono. Este produto (cápsula) também pode ser para administração oral. O método de preparação de composição da presente invenção não está limitada em particular, desde que inclui um passo de mistura de teanina e os outros componentes. Um método de preparação de mistura de pó de teanina e outras matérias-primas (incluindo os outros componentes), um método de dissolução de teanina e outras matérias-primas em um solvente, e preparando-se assim uma solução mista, um método de preparação de secagem por congelamento ou secagem por pulverização, uma solução mista. Pode ser utilizado em diversas formas como, por exemplo, formas de medicamentos, comprimidos, cápsulas, injeção de fármacos, etc., preparados por mistura da composição da presente invenção e outros concomitantes com um transportador adequado

conhecido, que é adequadamente selecionado de acordo com a aplicação, forma de dosagem, etc.

A patente US 2011/0081429 A1, com finalidade de uso tópico, dos autores Akihiro Aoki, Wakamatsu Kasaburo, Shigeo Shinohara e Osama Takasu propõe uma composição contendo princípios ativos, incluindo o óleo de lavanda, que tem como objetivo a aplicação tópica da composição capaz de aumentar a retenção de água do estrato córneo, em função da perda de água transepidermica da pele, e manter um nível apropriado. A presente invenção proporciona uma composição aplicada externamente, capaz de aumentar um efeito estimulador de um óleo essencial sobre a secreção de IGF-1, incluindo a composição (A), óleo essencial; e (B) pelo menos um membro selecionado a partir do grupo consistindo em substâncias de purina e seus sais. Além disso, a presente invenção proporciona uma composição aplicada externamente capaz de aumentar o teor em água do extrato córneo da pele e manter a perda de água transepidermica a um nível adequado. A composição aplicada externamente da presente invenção pode assumir qualquer forma, na medida em que é formulada como uma composição aplicada externamente à pele. Por exemplo, a composição aplicada externamente da presente invenção pode ser produzida como preparações externas, em formas desejáveis, tais como pastas, mousses, géis, líquidos, emulsões, suspensões, cremes, pomadas, formulações de aerossol, formulações de pulverização e por linimentos, combinação dos componentes acima referidos, conforme necessário, para a composição aplicada externamente do invento, e a adição de mais outros solventes ou bases utilizadas convencionalmente ou veículos para preparações externas na composição conforme requerido.

A patente US 2013/0115318 A1 - Composição cosmética que contém um óleo essencial complexo de cipreste como um ingrediente ativo para a melhoria da memória e da disfunção cognitiva - do autor Su-Kang Han, propõem uma composição cosmética contendo óleo essencial de cipreste como primário e um segundo selecionado do seguinte grupo (óleo essencial de *pinus*, lavanda, *rosemery* e de bergamota). Esta composição auxilia na memória e reduz a disfunção cognitiva por meio da fragrância dos mesmos em vez da administração oral. Alguns produtos

são resultantes como shampoo, condicionador, perfume, loção, creme, loção de pele, detergente, *spray*, cera para cabelo, fragrância, desodorante, e gel de cabelo.

A patente WO2006/032091 A2 - Composição à base de plantas – do autor Hilterman, Karina Anna contempla, resumidamente, extratos de ervas como arnica, confrey, calêndula, hypericum e lavanda para tratamento de uma lesão de tecido mole e duro e/ou sintomas associados à lesão. A composição é em formato de creme para uso tópico. Outra composição à base de plantas, o extrato, é sob a forma de uma tintura, um óleo essencial, ou uma mistura dos mesmos.

O pedido de patente nº. JP2000355545 – “Composição do óleo essencial de suplementação de sono e/ou indução, e agente de suplementação de sono”. Neste pedido, a formulação ocorre em vapor do óleo, e o foco é a indução do sono, por vias respiratórias, agindo rapidamente no sistema cerebral.

3.6 MÉTODOS DE CARACTERIZAÇÃO

3.6.1 Cromatografia Gasosa (CG)

Esse método permite separar os componentes de uma mistura e depende da migração seletiva e diferencial dos solutos através de um sistema constituído de duas fases: uma sólida (ou fixa) e outra fluída (ou móvel). Esse método é bastante utilizado para a purificação, análise e separação de diversos produtos na escala industrial como antibióticos, vitaminas, hormônios, corantes, etc. Também é bastante utilizado para a identificação de microgramas de substâncias em meios biológicos (exame “antidoping” e de medicina legal em geral)³³.

Godinho e Bottoli (2014) salientam que a cromatografia gasosa permite identificar e quantificar os compostos mais complexos de uma amostra. Esse método tem emprego no presente trabalho, pois os componentes voláteis do óleo essencial

³³Universidade Federal do Rio Grande do Sul Instituto de Química Departamento de Química Orgânica QUI02004 - Química Orgânica Experimental.

em estudo podem ser adequadamente separados, identificados e quantificados. Além de ser um método importante para a caracterização da matéria-prima, essa técnica poderá ser empregada como uma espécie de “nariz eletrônico”, ou seja, uma estratégia capaz de avaliar a liberação dos componentes voláteis do óleo a partir de materiais, carreadores, madeira, no caso, ao longo do tempo. Isso permite avaliar de forma menos empírica o tempo em que o odor fica impregnado no suporte. O uso dessa técnica foi possível por meio da colaboração estabelecida com pesquisadores da Faculdade de Farmácia da UFRGS.

3.6.2 Microscopias Óptica (MO), Eletrônica de Varredura (MEV) e de Força Atômica (AFM)

A Microscopia óptica permite visualizações do material a um aumento até 1500 vezes, podendo apenas registrar imagens na unidade de micrometros, porém é eficaz para a identificação de materiais (GOLDENSTEIN, 2011).

Essa técnica permite alcançar aumentos superiores ao da MO, e é ideal para observar e analisar os fenômenos que ocorrem nas escalas micrométricas ou ainda sub-micrométrica. Atualmente, quase todos estes equipados com detectores de raios-X utilizam também o detector de energia dispersiva (EDX). Essas radiações, quando captadas corretamente, irão fornecer informações características sobre a amostra (topografia da superfície, composição, cristalografia, etc.).

Segundo Ramesh (2011), a AFM consiste em um *cantilever* com uma ponta afiada (sonda) na sua extremidade que é usada para escanear a superfície da amostra. Carvalho (2012) salienta que o microscópio de força atômica (AFM) tem alguns modos de fazer as imagens. Também chamados modos de varredura ou de operação, eles referem-se fundamentalmente à distância mantida entre a sonda (ponteira) e a amostra, no momento da varredura, e as formas de movimentar a ponteira sobre a superfície a ser estudada.

3.6.3 Análise Termogravimétrica

A análise de termogravimetria (TGA) é bastante empregada em polímeros, pois foca na determinação das alterações de peso em função da variação da temperatura. Existem três variáveis importantes que exigem muita precisão, peso, temperatura e variação da temperatura. Objetivamente, a TGA significa massa monitorada durante o aquecimento ou resfriamento. Ela registra a variação de massa em função da temperatura, permitindo, dessa forma, a diferenciação entre os processos endotérmicos e exotérmicos associados à perda de massa (SILVA; ROBLES; MATOS, 2007). O equipamento utilizado nessa análise é composto por uma microbalança, um forno, termopares e um sistema de fluxo de gás.

3.6.4 Espectroscopia de Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR)

A espectroscopia por infravermelho é uma das mais importantes técnicas analíticas disponíveis hoje no meio científico. Uma das grandes vantagens dessa técnica é que praticamente qualquer amostra em qualquer estado pode ser analisada. Líquidos, soluções, pastas, filmes, fibras, gases e superfícies podem ser examinados. Essa técnica está baseada na vibração dos átomos de uma molécula (STUART, 2004).

Um espectro de infravermelho é obtido por meio de radiação infravermelha através de uma amostra e, assim, pode-se determinar qual a fração da radiação incidente é absorvida a uma determinada energia. A energia em que qualquer pico no espectro de absorção aparece corresponde à frequência de vibração de uma parte de uma molécula de amostra. O FTIR é o instrumento mais utilizado para identificar a presença de grupos funcionais na molécula. O espectro de absorção mede a quantidade de radiação absorvida em função da frequência. Uma das vantagens encontradas é que, segundo Stuart (2004), esse instrumento é muito rápido, podendo alcançar o espectro em milésimos de segundos em relação à escala de tempo.

Stuart (2004) ainda salienta que os instrumentos de FTIR usualmente apresentam um espectro com número de onda decrescente da esquerda para a

direita. O espectro de infravermelhos pode ser dividido em três regiões principais: o infravermelho distante (400 cm^{-1}), o médio ($4000\text{-}400\text{ cm}^{-1}$) e o próximo ($13000\text{-}4000\text{ cm}^{-1}$).

A escala das ordenadas pode ser apresentada em porcentagem de transmitância de 100% na parte superior do espectro. É comum ter uma escolha de absorbância ou transmitância como uma medida da intensidade da banda. As microcápsulas desenvolvidas foram analisadas por FTIR modelo Spectrum 100 Perkin Elmer.

3.6.5 Granulometria a Laser

Por meio desta técnica obtém-se a medição do tamanho de determinadas partículas através da difração de um feixe de *laser*. Isso pode ser realizado a seco ou em suspensão. O resultado pode ser plotado na forma de gráfico, o qual faz uma relação entre o tamanho de partícula mensurada e a porcentagem de partículas mensuradas para cada tamanho, resultando na apresentação da predominância de determinado tamanho de partícula na amostra (WAGNER; ARANHA, 2011). No ensaio de granulometria deste trabalho foi empregado um granulômetro CILA 1180.

3.6.6 Avaliação da Densidade

O picnômetro é uma vidraria especial para utilizar na avaliação da densidade de um líquido. Ele é constituído de forma cuidadosa em um pequeno frasco. A particularidade se dá, pois o volume que se deposita no frasco se torna invariável. A temperatura da água utilizada neste ensaio é ambiente (25°C). Nessa técnica, obtém-se a determinação de massa específica e a densidade de líquidos e sólidos, sendo este antes dissolvido.

3.6.7 Avaliação da Viscosidade

A viscosidade representa a resisitência de um sistema ao fluxo quando se aplica uma força de estresse. Quanto maior a viscosidade, maior será a resistência. No caso de sistemas nanoparticulados fluidos, como os estudados no presente trabalho, viscosímetros de Ostwald, que determinam a viscosidade de fluidos *newtonianos*, são utilizados (SINKO, 2008).

3.6.8 Homogeneização à Alta Pressão

Campos *et al.* (2003) salienta que o equipamento de alta pressão (HAP) foi reconhecido como uma potencial técnica de preservação por Hite em 1889 (SMELT, 1998). Essa técnica já é utilizada na produção de cerâmicas, materiais compostos e diamante artificial. É também bastante explorada na área alimentícia. A Técnica de HAP (Homogeneização à Alta Pressão) é bastante usada na área da biotecnologia com o intuito de romper células. Sabe-se que este equipamento preserva a qualidade e segurança de alimentos. Na área da farmácia, o HAP é utilizado na redução progressiva de micropartículas a sistemas de tamanho submicrométrico (nanopartículas).

3.6.9 Microtomografia Computadorizada

A microtomografia computadorizada consiste em “uma técnica de imagem morfológica não destrutiva que pode quantificar a estrutura interna de um objeto em três dimensões” (AMARAL, 2013, p. 38).

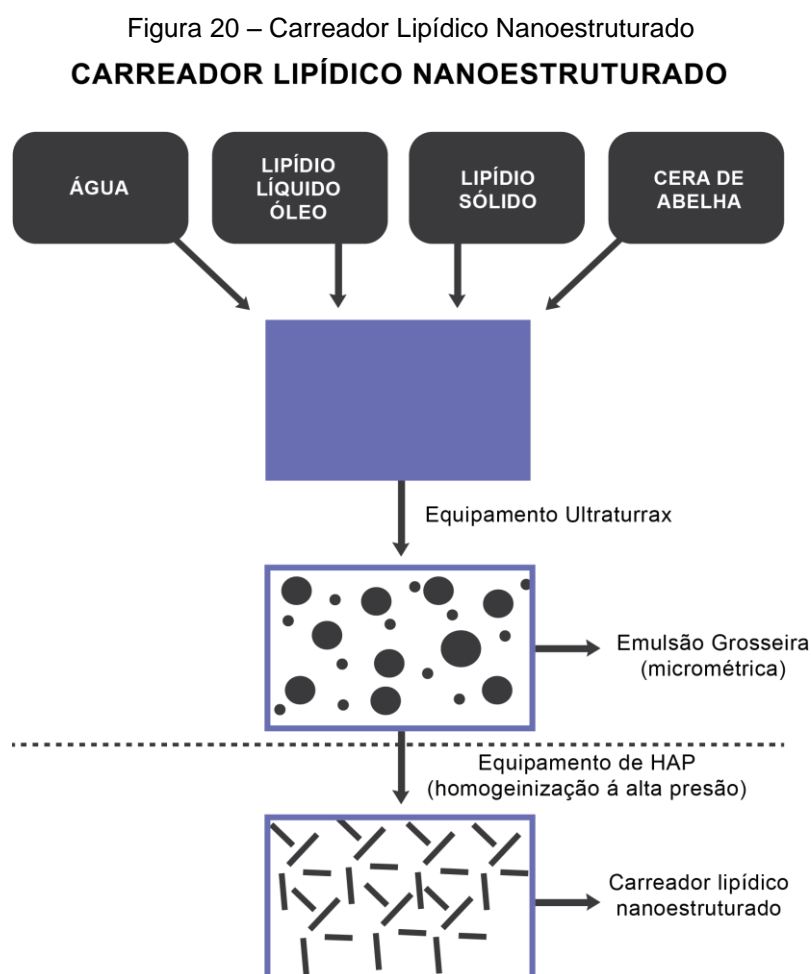
4 MATERIAIS E MÉTODOS

Esta parte do trabalho apresenta os materiais e métodos utilizados no que se relaciona com o levantamento do referencial teórico, com as aplicações sistemáticas nas práticas da execução das microcápsulas (poliméricas e cerâmicas), e carreadores lipídicos nano e microestruturados em laboratório, bem como a aplicação das mesmas nos suportes de madeira-balsa.

Conforme já mencionado, o objetivo específico deste trabalho é a obtenção, caracterização e aplicação de microcápsulas (cerâmicas e poliméricas) e carreadores lipídicos olfativos, com óleo essencial de *Lavandula angustifolia*, em suportes de madeira-balsa, com o intuito de inovar em materiais de revestimento como a madeira para o desenvolvimento de produtos que possam auxiliar no bem-estar humano, pelas propriedades ativas do óleo essencial de *Lavandula angustifolia*. Tendo em vista este foco, foram estudadas, através de levantamentos teórico-práticos, metodologias que auxiliem este escopo, estabelecendo como meta a obtenção de materiais naturais que não ponham em risco qualquer aspecto relacionado à saúde do usuário.

Para a elaboração das microcápsulas e dos carreadores lipídicos nanoestruturados, dois métodos foram escolhidos: o método de polimerização interfacial adaptado de Ghosh (2006), já testado no LdSM/UFRGS, como Rossi (2012), Marcuzzo (2012) e Dalla Costa (2013) e o de homogeneização à alta pressão (HPA), pelo equipamento Emulsiflex C3, marca Avestin, baseado na metodologia de Hu *et al.* (2006), Pardeike; Hommos e Müller (2009), Muller; Radtke e Wissing (2006), Souto *et al.* (2011), e aplicado no Laboratório de Desenvolvimento Galênico (LDGF) da Faculdade de Farmácia da UFRGS. Esses métodos apresentam características particulares como a de polimerização *in situ* interfacial (microcápsulas poliméricas) e processo sol-gel (microcápsulas cerâmicas). Já os carreadores lipídicos microestruturados são compostos lipídicos compatíveis com um alto ponto de fusão como o núcleo sólido, o qual é revestido por tensioativos anfífilos não tóxicos. O método de HAP pelo equipamento (Emulsiflex C3, marca: Avestin) provoca a ruptura das gotículas pequenas dispersas no meio aquoso. Esse método HAP apresenta muitas vantagens para preparar a dispersão aquosa de carreadores lipídicos nanoestruturados (CLN) por fusão-emulsificação, pois não

apresenta dificuldade de transposição de escala. Para a obtenção do (CLN) com uma distribuição homogênea de tamanhos, é necessário que toda a dispersão seja submetida à mesma intensidade de energia. Por isso, o uso do HAP se faz necessário: caracteriza-se para aplicação da mesma tensão de toda a amostra. O processo segue as etapas mostradas conforme figura 20.

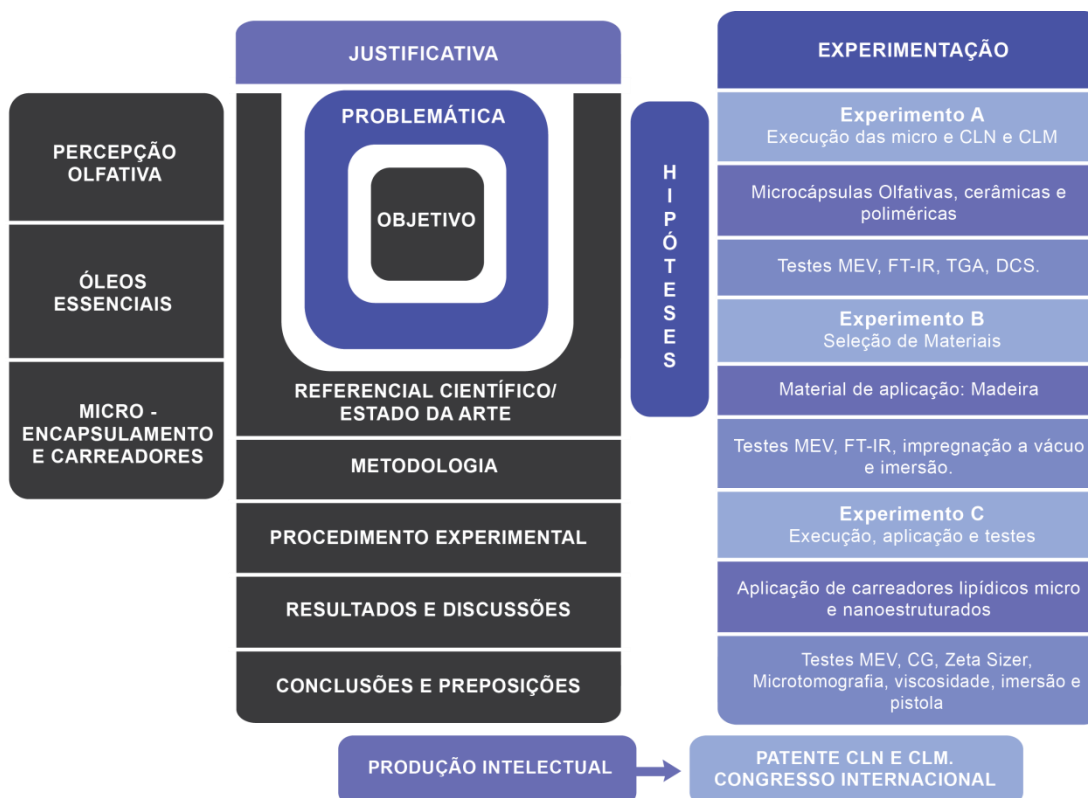


Fonte: Adaptado de Pardeike; Hommos e Müller (2009).

Foram feitas microcápsulas de cascas cerâmicas e poliméricas no Laboratório do LdSM/UFRGS, utilizando-se a metodologia adaptada de Ghosh (2006), com estudos prévios realizados anteriormente por Rossi (2012), Marcuzzo (2012), Dalla Costa (2013). Para os testes com microcápsulas e aplicações, utilizaram-se como base a fundamentação teórica como ferramenta e os testes já elaborados pelos Laboratórios LdSM e LDGF. Após testar todos os surfactantes (*Tween 80*, *Tween*

20, CTAB e SLS), como critérios de seleção, escolheram-se as amostras de microcápsulas que apresentaram morfologia com dimensões menores e menor formação de aglomerados para a aplicação no suporte (madeira-balsa), as quais foram submetidas a diferentes técnicas de caracterizações, conforme pode ser visualizado no diagrama, figura 21.

Figura 21 – Diagrama da Tese - esquema metodológico



Para a obtenção dos carreadores lipídicos nanoestruturados (CLN), utilizou-se o método de HAP - baseado em Hu *et al.* (2006), Pardeike; Hommos e Müller (2009), Muller; Radtke e Wissing (2006) e Souto *et al.* (2011), no Laboratório da Universidade de Farmácia da UFRGS - caracterizado com equipamentos da própria Faculdade de Farmácia, LdSM/UFRGS e LACER.

Para a impregnação dessas microcápsulas poliméricas/cerâmicas, CLN e CLM, no suporte de madeira-balsa, foram utilizados diferentes métodos baseados na impregnação de tecidos e lâminas de madeira, pois os mecânicos utilizados nos

suportes de madeira requerem temperaturas muito altas, as quais podem volatilizar o óleo e decompor as micropartículas e microcápsulas; além disso, pressões mecânicas podem romper as microcápsulas e micropartículas.

Tendo como base essas premissas, focou-se em testes de Nelson (2002), os quais também foram recentemente testados por Rossi (2012), de impregnação por imersão em Nomura; Okinaka e Akiyama (2009), de impregnação por vácuo e impregnação por pistola. É importante salientar que, nos suportes como madeiras, esses métodos não aparecem na literatura. Na impregnação por pistola, utilizou-se a dispersão dos (CLN) e (CLM) como veículo para atingir os poros da madeira. Teve-se como meta que os carreadores e as microcápsulas se mantivessem impregnados na madeira.

Resumidamente, existiram três etapas para a conclusão desses experimentos:

a) obtenção e caracterização das microcápsulas poliméricas/cerâmicas e carreadores lipídicos micro e nanoestruturados;

b) aplicação das microcápsulas e carreadores no suporte de madeira-balsa 1mm e 2mm;

c) análise do material resultante das impregnações e da liberação dos ativos do óleo essencial de *Lavandula angustifolia* encapsulados.

4.1 MATERIAIS PARA PREPARAÇÃO DE MICROCÁPSULAS E SUPORTE

Foram utilizados alguns materiais para as obtenções das microcápsulas cerâmicas e poliméricas, tendo como base o método de obtenção por polimerização interfacial *in situ* interfacial e processo Sol-Gel, conforme Ghosh (2006) e Rocha *et al.* (2010). Inicialmente, alguns testes foram executados no LdSM/UFRGS com o lote (4747) de *Lavandula angustifolia* 100% natural, importado por “Kur Cosméticos em Bem-Estar Ltda”, ANVISA nº 343/05, adquirido no parque das lavandas – “Le Jardin”, em Gramado – RS. Quanto ao suporte, foi escolhida a madeira-balsa

(*Ochroma pyramidali*) de 2mm e 1mm de espessura para os testes, com variações de tamanho de (5 cm x 5 cm) e (1 cm x 1 cm). Essa apresenta baixa densidade que varia entre 100 a 200kg/m³.

No primeiro momento, para a obtenção das microcápsulas poliméricas, foram utilizados como reagentes água deionizada (200 mL), melamina (2,5g) e formaldeído (6 mL) a uma temperatura de 70°C, com pH da emulsão de (4,5) e pH do pré-polímero (8,5) solução de ácido acético 1:1, solução de trietanolamina 60%. A quantidade de óleo utilizada inicialmente foi de 10 mL. Os resultados obtidos com essa formulação foram insatisfatórios, pois não houve formação de microcápsulas, portanto mantiveram-se os mesmos itens listados com a variação do óleo essencial para 8 mL de *Lavandula angustifolia* (lote 4747). Para a obtenção das primeiras microcápsulas cerâmicas, foram utilizados como reagentes água deionizada (400 mL), TEOS (*tetraetil ortosilicato*) (4,08g), ácido clorídrico (34 mL) e (8 mL) de óleo essencial de *Lavandula angustifolia* (lote 4747). Nas duas rotas tecnológicas, foram testados (5g) de surfactantes CTAB, *Tween* 20, *Tween* 80 e SLS – testados separadamente.

Para a elaboração das microcápsulas, foram utilizados os equipamentos a seguir: balança eletrônica, pipeta eletrônica, um béquer jaquetado de 500 mL, um béquer de 50 mL, agitador magnético e agitador mecânico com 200 e 500 rpm, bastão magnético, filtro cerâmico, ultrassom, dessecador e centrífuga. Já os equipamentos usados para a impregnação do suporte de madeira-balsa (circular Ø10cm) foram bomba de vácuo, filtro cerâmico. Nas demais impregnações elaboradas por imersão com base na metodologia utilizada por Nelson (2002) e aferida por Rossi (2012), foram empregados 20 pedaços de madeira-balsa 1 mm de 5 cm x 5 cm, béquer jaquetado (500 mL), solução aquosa de 342 mL de água deionizada, 38g de resina (verniz fosco), microcápsulas poliméricas de *Tween* 80 (1,9g), agitador mecânico (Fisatom 713D) com rotação de 120 rpm, dessecador.

4.1.1 Método de Obtenção das Microcápsulas Baseado em Ghosh (2006)

O método adaptado de Ghosh (2006) e de trabalhos já realizados no LdSM/UFRGS por muitos pesquisadores como Marcuzzo (2012), Rossi (2012), entre outros consiste na obtenção de microcápsulas por polimerização *in situ*, o que foi elaborado com invólucro de melamina-formaldeído e núcleo de óleo essencial de *Lavandula angustifolia*. Essa polimerização *in situ* interfacial apresenta características de duas fases imiscíveis. No processo de formação das microcápsulas cerâmicas, foi utilizado o processo sol-gel para o invólucro de TEOS e ácido clorídrico. Iniciou-se com a formação da emulsão que corresponde à formulação 1 + formulação 2, com os seguintes reagentes: água deionizada (DI) 400 mL, óleo essencial 8mL, surfactantes (CTAB-5g, Tween 20-5g, Tween 80-5g e S.IS: 5g).

Para a formulação 1, em um béquer de 500mL, colocou-se 250mL de água DI e adicionou-se o surfactante, seguido de agitação em um agitador mecânico a uma velocidade de 500 rpm. Após a completa dissolução do surfactante, foram adicionados 34 mL de ácido clorídrico. Ao mesmo tempo, a formulação 2 foi elaborada em um béquer de 50mL, o qual recebeu o TEOS 4,0833g. Esse béquer jaquetado é colocado no agitador mecânico a uma velocidade de 200 rpm com o auxílio de um bastão magnético ao qual é adicionado o óleo essencial (uma gota por segundo) a uma velocidade de 190rpm de velocidade no agitador. A formulação 1 foi colocada no agitador mecânico a uma velocidade de 200rpm enquanto a formulação 2 era adicionada lentamente, mantidas ambas por um tempo de duas horas na mesma agitação. A solução ficou em repouso 48 horas para estabilizar o revestimento cerâmico; logo após, foi feita a filtração a vácuo, o que ficou retido foi colocado para secar no dessecador.

A preparação de microcápsulas poliméricas iniciou com processo similar ao empregado na obtenção das cerâmicas, tendo como materiais reagentes água DI, formaldeído, melamina e óleo essencial, solução de ácido acético 1:1, solução de trietanolamina 60% e surfactante (CTAB/Tween 20/ Tween 80/SLS) - 1g. A emulsão consiste no seguinte processo: em um béquer jaquetado de 600 mL, foram colocados 200 mL de água DI, adicionado o surfactante e misturado até dissolvê-lo completamente. Logo após, adicionou-se 8 mL de óleo essencial de *Lavandula*

angustifolia (lote 4546) que foi levada para o ultrassom, com amplitude de 60% por 10 minutos. Nesse momento, foi ajustado o pH para 4,5, usando a solução de ácido acético.

O pré-polímero foi preparado num béquer de 50 mL, onde recebeu 7 mL de água DI e 6 mL de formaldeído. Usou-se um bastão magnético para auxiliar na mistura a uma temperatura de até 70°C. Logo após atingir essa temperatura, adicionou-se 2,5g de melanina e aguardou-se até a solução ficar límpida novamente, então se ajustou o pH a 8,5, usando-se a solução de trietanolamina. Com a temperatura do banho termostático em 70°C e a emulsão no béquer jaquetado, regulou-se o agitador mecânico para 500 rpm e adicionou-se gota a gota o pré-polímero, ajustando o *timer* do agitador para 1,5 horas, regulando a velocidade do agitador para 100 rpm, ajustando o pH para 9,0 e utilizando-se a solução de trietanolamina. Deixou-se a solução decantando e depois se centrifugou a uma velocidade máxima de 10.000 rpm por 30min. Retirou-se a pasta e colocou-se para secar no dessecador.

No LdSM/UFRGS, devido à experiência na obtenção de microcápsulas obtidas com óleo sintético, conforme Rocha et al (2010), Rossi (2012) e Dalla Costa (2013) que apresentou resultados satisfatórios, o único parâmetro modificado para a obtenção de microcápsulas cerâmicas e poliméricas foi a quantidade de óleo essencial, pois apresentou modificações quanto à morfologia, às dimensões e à aparência, visto que essa obtenção no LdSM/UFRGS foi a primeira a se executar com óleo essencial de *Lavandula angustifolia*. Foram testados 10 mL, 9 mL até chegar a 8 mL, e este foi o parâmetro utilizado para a execução de todas as microcápsulas cerâmicas e poliméricas que apresentaram resultados satisfatórios quanto à morfologia, às dimensões e à aparência. É importante salientar que, com o uso de 10 mL e 9 mL, não houve formação de microcápsulas.

4.1.2 Caracterização das Microcápsulas Obtidas

Considerando a importância do conhecimento das características microestruturais das microcápsulas cerâmicas e poliméricas de *Lavandula*

angustifolia e do suporte (madeira-balsa), foi realizada a sua análise por (MEV), no equipamento da marca Hitachi, modelo TM 3000. O equipamento opera com aumentos de até 30000x e está localizado no LdSM/UFRGS.

Para o levantamento das características de variação de massa em função do tempo e/ou temperatura, quando é submetida a amostra a determinadas condições atmosféricas, foi utilizado o equipamento de TGA (análise de termogravimétrica), amplamente empregado para caracterização de polímeros. Assim foram analisadas cinco amostras, a saber: uma casca polimérica (melamina-formaldeído), o núcleo (óleo essencial de *Lavandula angustifolia*) e microcápsulas poliméricas de óleo essencial de *Lavandula angustifolia*. Também foram analisadas, no TGA, duas amostras de microcápsulas cerâmicas e poliméricas, iniciando a uma temperatura de 30°C em uma rampa de aquecimento de 10°C/min até 700°C. As microcápsulas obtidas foram analisadas por FTIR modelo Spectrum 100 Perkin Elmer, em cinco amostras: casca polimérica, núcleo e microcápsulas poliméricas de óleo essencial de *Lavandula angustifolia* e microcápsulas cerâmicas. A granulometria a laser também foi aplicada, em equipamento tipo CILAS, modelo 1180, com a faixa de 0,04 µm-2500 µm. A análise foi feita a úmido, usando água como dispersante.

4.1.3 Impregnação dos Materiais com Microcápsulas – Suporte Madeira-Balsa

A impregnação dos suportes (madeira-balsa) foi executada tendo como base a metodologia desenvolvida por Nelson (2002), a qual também foi recentemente testada e adaptada por Rossi (2012) e se baseia na impregnação por imersão em água com e sem resina. A impregnação a vácuo teve como base a metodologia desenvolvida por Nomura; Okinaka; Akiyama (2009).

Os equipamentos utilizados para análise foram MO e MEV, os quais foram empregados para a caracterização, sendo as amostras analisadas sem imersão, após impregnação a vácuo e posteriormente impregnação por imersão. As imagens foram obtidas utilizando o equipamento microscópio OLYMPUS BX41M-LED.

4.1.3.1 Impregnação por Imersão

O método de impregnação por imersão teve como base os estudos e as aplicações desenvolvidas por Nelson (2002) recentemente testadas e adaptadas por Rossi (2012). Conforme já relatado anteriormente, foram utilizadas 20 amostras de madeira-balsa 1 mm de 5 cm x 5 cm. Em um béquer jaquetado (500 mL), os suportes (5 cm x 5 cm) de madeira-balsa são imersos em uma dispersão aquosa que contém 342 mL de água deionizada, 38g de resina (verniz fosco), microcápsulas poliméricas de *Tween* 80 (1,9g). Essa dispersão foi elaborada em um agitador mecânico (Fisatom 713D) com rotação de 120 rpm, de onde foi retirada a primeira amostra em 15min; a segunda, em 30min; a terceira, em 1h; e a quarta, em 2h. Após foram colocadas no dessecador. As quantidades de microcápsulas e resinas são apresentadas no quadro 4 a seguir.

Quadro 4 – Testes de imersão

TESTES POR IMERSÃO EM ÁGUA, RESINA E POR FILTRAGEM A VÁCUO					
Testes	Suporte Madeira Balsa	Microcápsulas Poliméricas (<i>Tween</i> 80)	Resina	Água Deionizada	Agitador Mecânico (Fisatom 713D)
1 vácuo	(0,036 g) 1 mm com 10 cm de diâmetro	1 g	Não	7 mL com solução da formação de microcápsulas	1 h e 30 min a 500 rpm
2	(2 mm) com 5 cm x 5 cm	1 g	Não	184 mL	200 rpm 2 h, 4 h e 24 h
3	(2 mm) com 5 cm x 5 cm	1,9 g	Verniz acrílico fosco (38 g)	342 mL	120 rpm 15 min, 30 min, 1 h e 2 h
4	(2 mm) com 5 cm x 5 cm	3,8 g	Verniz acrílico fosco (38 g)	342 mL	120rpm 15min, 30min, 1h, 2h e 4h
5	(2 mm) com 5 cm x 5 cm	3,8 g	Verniz acrílico fosco (76 g)	342 mL	120rpm 15min, 30min, 1h, 2h e 4h
6	(2 mm) com 5 cm x 5 cm	5 g	Verniz acrílico fosco (76 g)	342 mL	120 rpm 15 min, 30 min, 1 h, 2 h e 4 h

Iniciou-se com a impregnação somente utilizando água deionizada e posteriormente com resina, tendo como base a experiência e os resultados encontrados por Rossi (2012), o qual enfatiza que o uso da resina acrílica ajuda no melhor desempenho quanto à impregnação das microcápsulas no suporte. Para obter melhores resultados, mantiveram-se alguns parâmetros, e testou-se a alteração da quantidade de microcápsulas e resina conforme pode ser verificado na figura 22.

Figura 22 – Impregnação por imersão



4.1.3.2 Impregnação a Vácuo

Neste processo, teve-se como base a metodologia desenvolvida e aplicada por Nomura; Okinaka; Akiyama (2009), descrita nesta tese. Os equipamentos utilizados foram a bomba de vácuo e o filtro cerâmico e madeira circular (diâmetro 10

cm), tirado sob medida no local, e a própria dispersão, conforme pode ser visto na figura 23. As microcápsulas foram obtidas, e a dispersão aquosa, anterior à passagem da centrífuga, foi passada diretamente pelo suporte. No qual foi usado como filtro, aproveitando que, para finalização das microcápsulas, já existe o processo de separação da fase líquida para a sólida através de um filtro de papel, que foi substituído pelo suporte.

Para a verificação da eficácia da impregnação, foram usados os equipamentos de MEV.

Figura 23 – Impregnação a vácuo



4.2 MATERIAIS PARA A PREPARAÇÃO DOS CARREADORES LIPÍDICOS NANO E MICROESTRUTURADOS E SUPORTE

Alguns materiais foram utilizados para a obtenção das nano e micropartículas lipídicas, tendo como base a metodologia já utilizada por Hu *et al.* (2006), Pardeike; Hommoss; Müller (2009), Muller; Radtke e Wissing (2006) e testada também por

Souto *et al.* (2011). Iniciou-se com a metodologia original, adaptando as quantidades usadas pelos autores. Testou-se a cera de carnaúba juntamente com o óleo essencial de *Lavandula angustifolia*. Posteriormente, como lipídio, utilizou-se a cera de abelha pura com grau farmacêutico para a obtenção das micropartículas. O suporte escolhido foi a madeira-balsa (*Ochroma pyramidali*) – a mesma testada com as microcápsulas no presente trabalho, de 2 mm de espessura e tamanhos iniciais quadradas de 1 cm x 1 cm, seguindo para testes posteriores os mesmos tamanhos empregados na aplicação das microcápsulas de 5 cm x 5 cm para, em um segundo momento, entrar na fase comparativa dos sistemas desenvolvidos.

Para a execução das nanopartículas lipídicas, foram utilizados os seguintes equipamentos: balança eletrônica, pipeta eletrônica, béquer jaquetado de 500 mL, béquer jaquetado de 15 mL, agitador mecânico a 500 rpm, Ultra-Turrax por 1 minuto a 13500 rpm, bastão magnético, termômetro para análise da temperatura, Ultra-Turrax T25 IKA-Werke por 1min 13500 rpm e Emulsiflex C3, marca Avestin. Já os equipamentos usados para a impregnação do suporte de madeira-balsa por imersão baseados na metodologia de Nelson (2002) aferida por Rossi (2012), foram cinco amostras de 1cm x 1cm, béquer jaquetado de (500mL), dispersão de micropartículas lipídicas de 10 mL, agitador mecânico (Fisatom 713D) com rotação de 120rpm, dessecador.

4.2.1 Micropartículas Lipídicas Sólidas Contendo Óleo Essencial de *Lavandula angustifolia*

As micropartículas foram produzidas tendo usando-se como matérias-primas um lipídio sólido (cera de carnaúba, cera de abelha e monoestearato de glicerila), um lipídio líquido (triglicerídeos de cadeia média), um óleo essencial de *Lavandula angustifolia* e dois tensoativos (*Tween 20* e *Span 80*). No entanto, após testes preliminares, foi escolhido somente um tipo de lipídio sólido (cera de abelha) a fim de diminuir a volatilização do óleo essencial, já que esta apresenta menor ponto de fusão entre os lipídios testados.

Primeiramente, o lipídio sólido foi fundido em copo graduado em banho-maria conforme o ponto de fusão do mesmo. Após foram adicionados a este os outros componentes da fase oleosa: Span 80 e óleo essencial. A fase aquosa (água e Tween 20) também foi aquecida em banho-maria na mesma temperatura da oleosa. Em seguida, a fase aquosa foi vertida em oleosa para a formação de uma emulsão grosseira a qual foi, então, passada em Ultra-Turrax por 1 minuto a velocidade de 13500rpm. Até esta etapa obtém-se dispersões micrométricas, ou seja, micropartículas. O quadro 5 apresenta as quantidades de cada componente das formulações F1 a F6, em que foram aumentadas progressivamente as concentrações de núcleo oleoso (de 5% a 20%).

Com base na metodologia já descrita na literatura - Hu *et al.* (2006), Pardeike; Hommoss e Müller (2009), Muller; Radtke e Wissing (2006) e testada também por Souto *et al.* (2011), A formulação F1 teve seu tamanho progressivamente reduzido em homogeneizador à alta pressão (Emulsiflex C-3, Avestin, Canadá) a fim de se obter nanopartículas, ou mais precisamente, carreador lipídico nanoestruturado.

Quadro 5 – Formulações de micropartículas lipídicas sólidas testadas

NÚCLEO OLEOSO	FORMULAÇÕES	PROPORÇÃO DOS COMP. DENTRO DO NÚCLEO OLEOSO (FASE INTERNA)			TENSOATIVOS		ÁGUA (FASE EXTERNA)
		CERA DE ABELHA	TCM	ÓLEO DE LAVANDA	SPAN 80	TWEEN 20	ÁGUA
5% NO	F1	50%	25%	25%	2%	2%	91%
	F2	50%	0%	50%	2%	2%	91%
10% NO	F3	50%	25%	25%	2%	2%	86%
	F4	50%	0%	50%	2%	2%	86%
20% NO	F5	50%	25%	25%	2%	2%	76%
	F6	50%	0%	50%	2%	2%	76%
NO: Núcleo oleoso							
TCM: Triglicerídeos de cadeia média							

4.2.2 Caracterização Físico-Química das Micro e Nanopartículas Lipídicas Sólidas de Óleo Essencial de *Lavandula angustifolia*

Considerando-se a importância do levantamento das características microestruturais das micropartículas lipídicas sólidas de *Lavandula angustifolia* e do suporte (madeira-balsa), foram feitos levantamentos através de MEV, localizado no LdSM/UFRGS. Optou-se por aumentos de 500 até 2500 vezes pela precisão da imagem devido às características deste equipamento, as quais já foram descritas.

A granulometria a *laser* também foi aplicada a fim de verificar o tamanho das partículas obtidas. Neste teste, são caracterizadas a área superficial e a fluidez da micropartícula, obtendo-se o tamanho através da difração de um feixe de *laser*. As amostras de micropartículas lipídicas sólidas também foram caracterizadas quanto a sua densidade e viscosidade. A densidade foi medida através de picnômetro, e a viscosidade foi medida através de viscosímetro de Ostwald.

A cromatografia a gás acoplada a detector de massas (CG-EM) caracteriza graficamente a identificação dos componentes do óleo essencial, por intermédio de padrões, podendo-se caracterizar os principais ativos através de sinais gráficos denominados de picos. Assim, é possível identificar no espectro de massas também os ativos majoritários ou princípios ativos majoritários (WOLFFENBUTTEL, 2011).

As amostras impregnadas por pistola de CLN (Carreador Lipídico Nanoestrurado) foram submetidas ao teste de microtomografia computadorizada pelo Laboratório de BioDesign, na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio). O equipamento utilizado para a microtomografia foi Zeiss Xradia 510 Versa.

4.2.3 Impregnação dos Materiais – Suporte Madeira Balsa

Para a impregnação do suporte madeira-balsa, foi aplicada, conforme testes evidenciados nesta TESE no subcapítulo 4.1.3.1 - intitulado de “impregnação por imersão”, metodologia de Nelson (2002) testada por Rossi (2012). Também para a análise da impregnação em madeira-balsa foi utilizado um estereoscópio modelo

Olimpus SZX16; também foram testadas impregnações por pistola (PPG14, com bico 1,4mm a 7 BAR,) a uma velocidade de 4 BAR, posteriormente analisadas no MEV para a dispersão de carreadores (CLN e CLM). Levando-se em consideração os testes já efetivados com as imersões das microcápsulas, onde se obteve um melhor resultado com a permanência dos suportes em um tempo de 4 horas, aplicou-se este tempo para os carreadores lipídicos. O primeiro teste de impregnações por imersão segue no quadro 6 apresentado a seguir.

Quadro 6 – Teste por imersão

TESTE POR IMERSÃO EM DISPERSÃO DE MICROPARTÍCULAS LIPÍDICAS					
Teste	Suporte Madeira-Balsa	Dispersão de Micropartículas Lipídicas	Resina	Água Deionizada	Agitador Mecânico (Fistaom 713D)
1	(2mm) com 1cm x 1cm	5g	Não	Não	120rpm Tempo 4h

Os demais testes, caracterização e resultados dos CLN e CLM encontram-se no Capítulo 6 da presente Tese em formato de relatório de patente.

5 RESULTADOS DAS MICROCÁPSULAS

Seguem os resultados do método de obtenção de microcápsulas cerâmicas e poliméricas e nanopartículas lipídicas, bem como os testes de impregnação no suporte de madeira-balsa de 2 mm e 1 mm, tamanhos de (5 cm x 5 cm) e (1 cm x 1 cm) respectivamente.

5.1 RESULTADOS DO MÉTODO DE OBTENÇÃO DE MICROCÁPSULAS POLIMÉRICAS E CERÂMICAS BASEADO EM GHOSH (2006)

Os primeiros testes realizados iniciaram com a técnica já padronizada pelo LdSM/UFRGS com base na metodologia de Ghosh (2006). Foram elaboradas várias alterações nas proporções dos reagentes e na quantidade de óleo essencial de 10 mL até chegar a 8mL, para se obter um resultado satisfatório. Foram levados em consideração alguns quesitos básicos como morfologia, dimensão, regularidade, aparência e dispersão das microcápsulas que apresentaram, em alguns casos, formação de “grumos”. A figura 24 mostra os quatro tipos de microcápsulas poliméricas e a figura 25 os quatro tipos de microcápsulas cerâmicas, ambas com diferentes resultados quanto aos quesitos mencionados depois de serem elaborados com surfactantes diferentes – leia-se CTAB, SLS, *Tween* 20 e *Tween* 80.

O uso de surfactante diferente em conjunto com a agitação utilizada resultou em tamanhos e características distintas. Como pode ser visto nas figuras 24 e 25, as poliméricas variaram de 500 nanômetros (nm) a 3,87 micrometros (μm). As microcápsulas cerâmicas tiveram uma variação de 600 nanômetros (nm) a 20,7 micrometros (μm), pois, como salienta Kheradmandnia *et al.* (2010), o aumento da adição de surfactantes diminui a tensão superficial, assim altera-se o tamanho das partículas. Constatou-se que a redução de tensão superficial tem aumentado a concentração de surfactante, e isso facilita a partição das partículas durante homogeneização, contribuindo para a redução do seu tamanho.

Figura 24 – Microcápsulas poliméricas apresentam variações de tamanhos conforme utilização de diferentes surfactantes com 8 mL de óleo essencial: (A) com surfactante CTAB, (B) com surfactante SLS, (C) com surfactante *Tween 20* e (D) com surfactante *Tween 80*

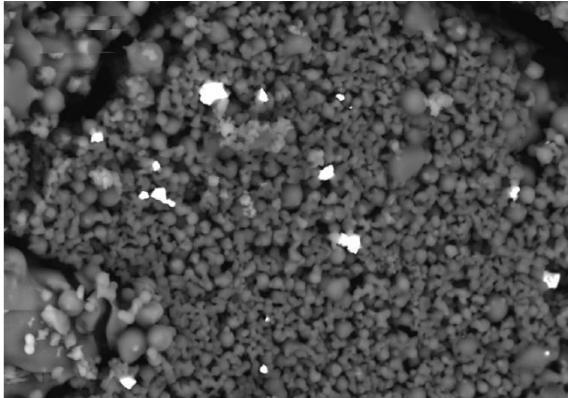
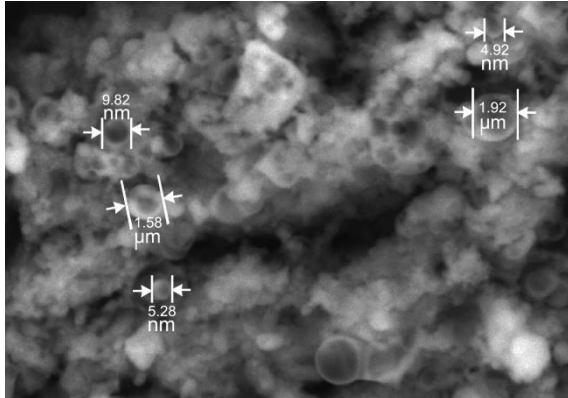
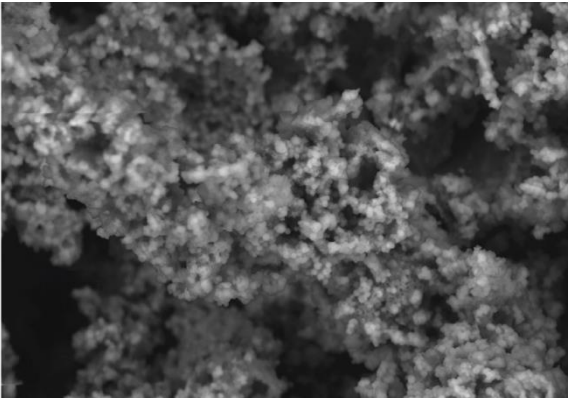
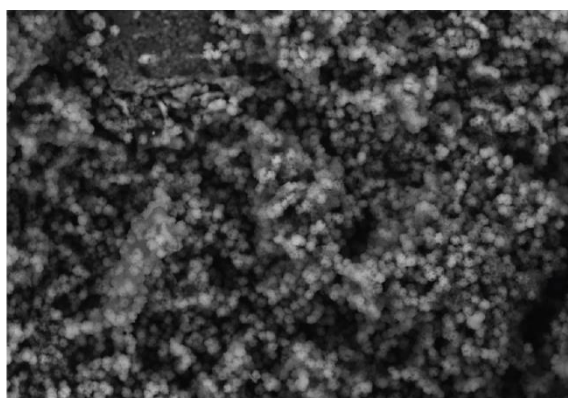
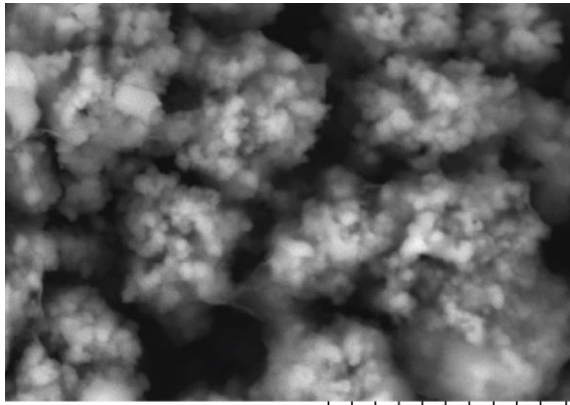
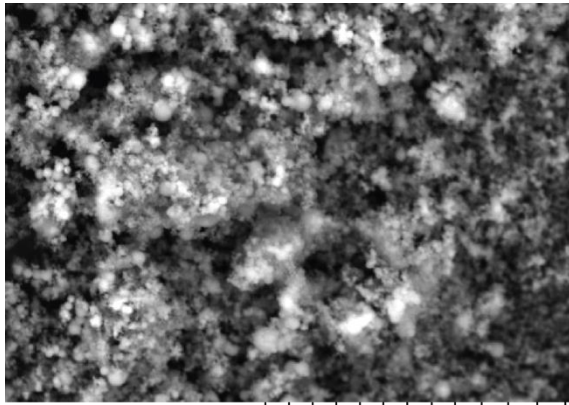
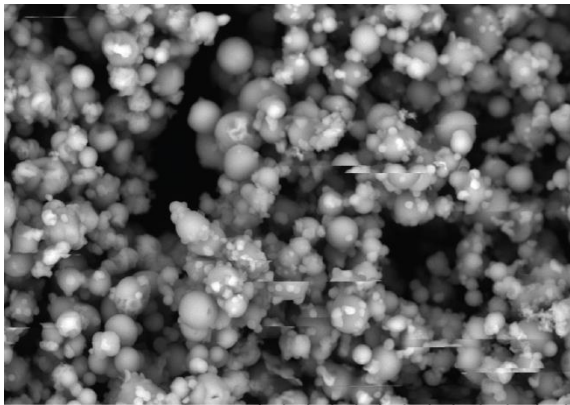
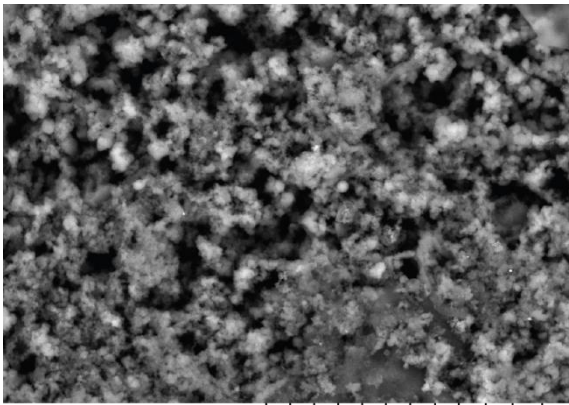
MICROCÁPSULAS POLIMÉRICAS: 8 mL DE ÓLEO ESSENCIAL DE <i>Lavandula angustifolia</i>	
A	B
<p>CTAB lavanda 8 mL irregular, variando de aprox. 1,73μm, a 3,87μm.</p>  <p>TM 3000_6619 17:07 HL D4.2 x1.8k 50μm Analy 2013/08/20</p>	<p>SLS lavanda 8 mL irregulares, pouca formação variando de aprox. 500 nm a 2μm.</p>  <p>TM 3000_7543 10:45 HL D4.1 x7.0k 10μm Analy 2013/08/12</p>
C	D
<p>Tween 20 lavanda 8 mL diâmetro uniforme, com cerca de 1,5μm.</p>  <p>TM 3000_7380 15:27 HL D4.0 x1.5k 50μm 15kV 2013/08/20</p>	<p>Tween 80 lavanda 8 mL ótimo resultado, uniformes 1,35 a 1,5μm.</p>  <p>TM 3000_7544 10:52 HL D4.3 x1.8k 50μm Analy 2013/08/12</p>

Figura 25 – Microcápsulas cerâmicas apresentam variações de tamanhos conforme utilização de diferentes surfactantes com 8 mL de óleo essencial

MICROCÁPSULAS CERÂMICAS: 8 mL DE ÓLEO ESSENCIAL DE LAVANDULA <i>ANGUSTIFOLIA</i>	
A	B
<p>CTAB variando de 630nm a 2,5μm.</p>  <p>TM 3000_7299 14:48 HL D4.3 x6.0k 10 μm Analy 2013/07/22</p>	<p>SLS variando de 600nm a 1,5μm.</p>  <p>TM 3000_7121 14:00 HL D4.3 x 3.0k 30 μm Analy 2013/07/09</p>
C	D
<p>Tween 20 7,0μm.</p>  <p>TM 3000_7118 13:47 HL D4.2 x2.0k 30 μm Analy 2013/07/09</p>	<p>Tween 80 600nm.</p>  <p>TM 3000_7011 09:18 HL 4.2 x2.5k 30 μm Analy 2013/06/24</p>

5.1.1 Espectroscopia de Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR)

Nesta análise, pode-se observar, conforme gráfico a seguir, a comparação de óleos essenciais (*Lavandula angustifolia*) microcápsulas versus microcápsulas vazia (lado A), na solução 8 mL e, no lado B, a comparação de óleos essenciais (puro

versus sintético de lavanda) para a determinação da utilização do óleo essencial de lavanda. Os picos e o gráfico da figura 26 mostram um comportamento característico de óleo essencial e também. Na análise das microcápsulas presente na figura 27, também apresentam bandas características do revestimento (casca) e do óleo, enfatizando a presença de um núcleo oleoso. Segundo Pedrotti Júnior (2010), as bandas características de 2800 e 3000 cm^{-1} e de 1000-1100 cm^{-1} existe a Si-O, o qual, a qual indica a presença do precursor cerâmico *Tetraetil ortosilicato* ($\text{C}_8\text{H}_{20}\text{O}_4\text{Si}$). Também podem-se observar na figura 27, bandas características nas regiões de 2923,14 cm^{-1} , 1366,04 cm^{-1} , 1479,20 cm^{-1} , relatadas na literatura como específicas do óleo essencial de *lavandula angustifolia*. As bandas referidas em 2923 e 2852 cm^{-1} também estão relacionadas às vibrações de estiramento de CH_2 e CH_3 da cadeia carbônica.

Figura 26 – FTIR: óleo essencial de *Lavandula angustifolia* versus óleo sintético de lavanda

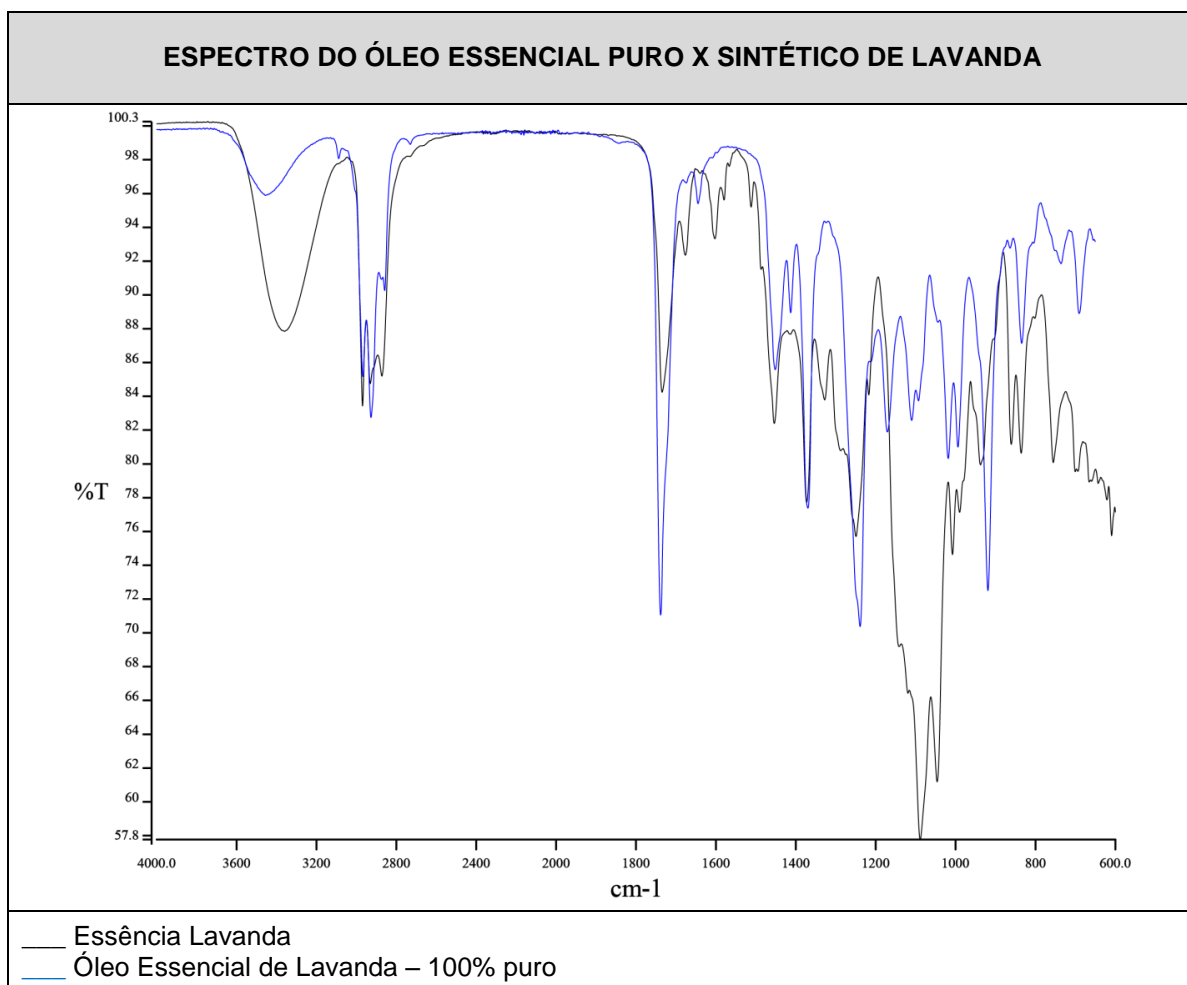
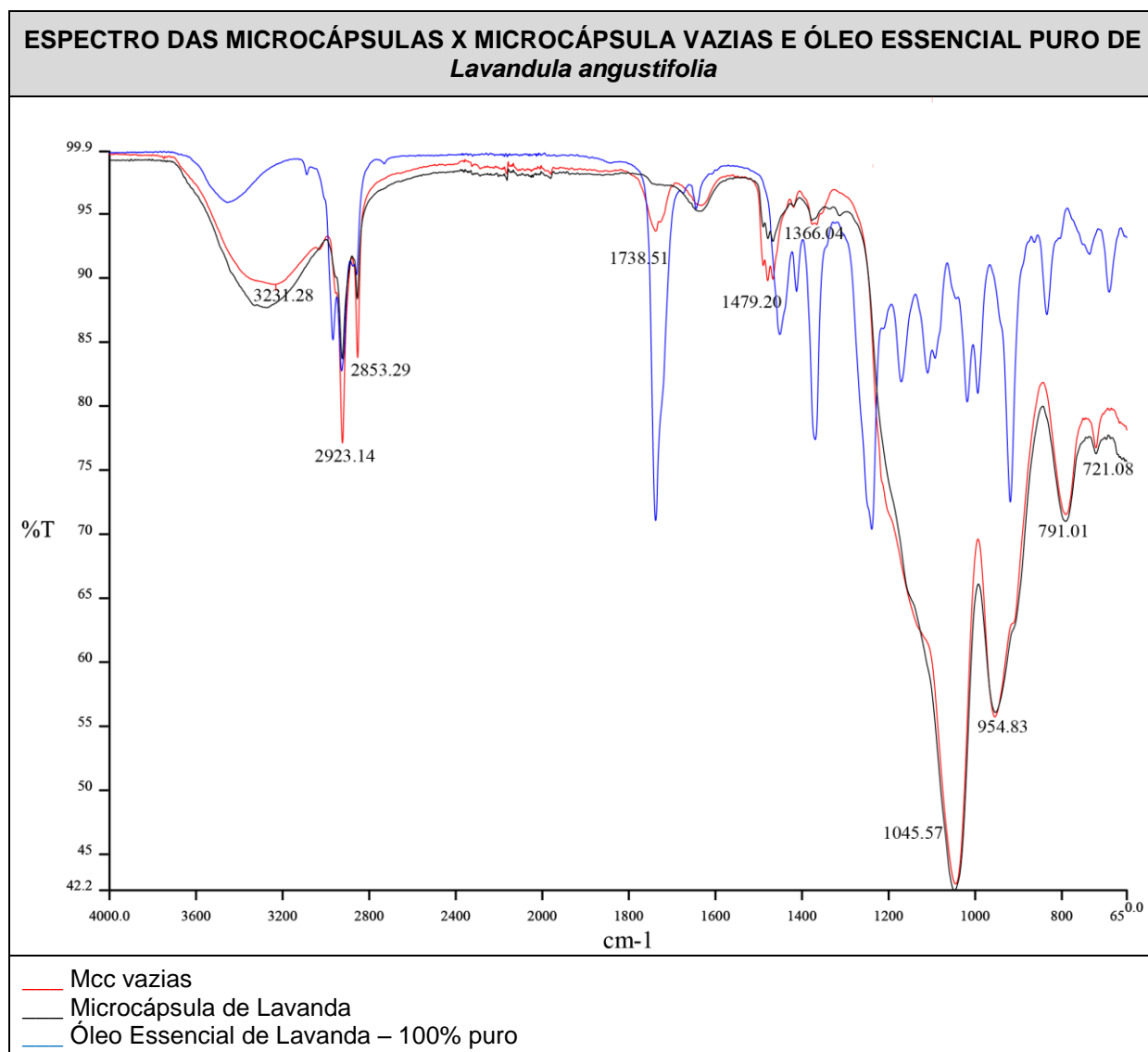


Figura 27 – FTIR: microcápsulas (preto) versus microcápsula vazia (vermelho) e óleo essencial puro de *Lavandula angustifolia* (azul)



5.1.2 Análise Termogravimétrica (TGA)

A figura 28 apresenta os termogramas das microcápsulas cerâmicas de óleo essencial, nos quais se observa que o componente interno da microcápsula (óleo) decresce com o aumento de temperatura. Devido à volatilidade do próprio óleo, a casca vai degradando conforme o aumento de temperatura, tanto em A (M cerâmica), representado pela figura 29, quanto em B (M polimérica). Percebe-se pela figura 28 no gráfico A (M cerâmica) que ocorre um pico (linha azul, derivada), o qual inicia a 55°C (provavelmente neste ponto ocorre já o início da volatilização do óleo). Em torno de 150°C, há perda de massa (casca cerâmica), degradando-se

consequentemente aos 400°C. Também observa-se a perda de umidade e monômeros sem reação nessa temperatura. Na linha preta, observa-se uma perda de massa gradativa à medida que a temperatura aumenta. No lado B (M polimérica), percebe-se que, aos 55°C, também existe perda de massa (provavelmente já há volatilização do óleo) e, na sequência, observa-se mais um pico de degradação a 370°C. Observam-se também perda de umidade, monômeros sem reação e cadeia de baixa massa molecular. Na comparação dos dois invólucros, verifica-se que o pico da polimérica é anterior ao da cerâmica. Isso é resultado da menor resistência do material quando submetido a altas temperaturas.

Figura 28 – Termograma de microcápsulas cerâmicas contendo óleo essencial de *Lavandula angustifolia* (A)

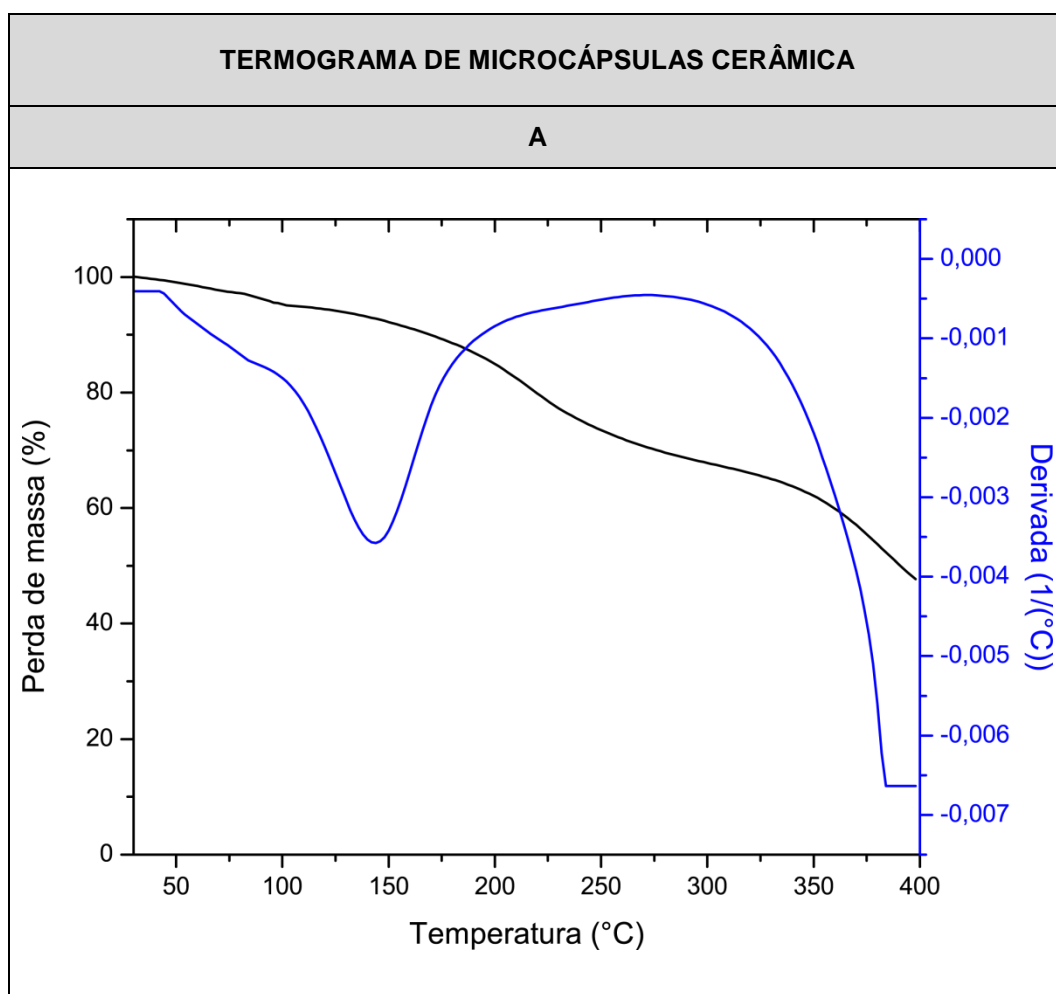
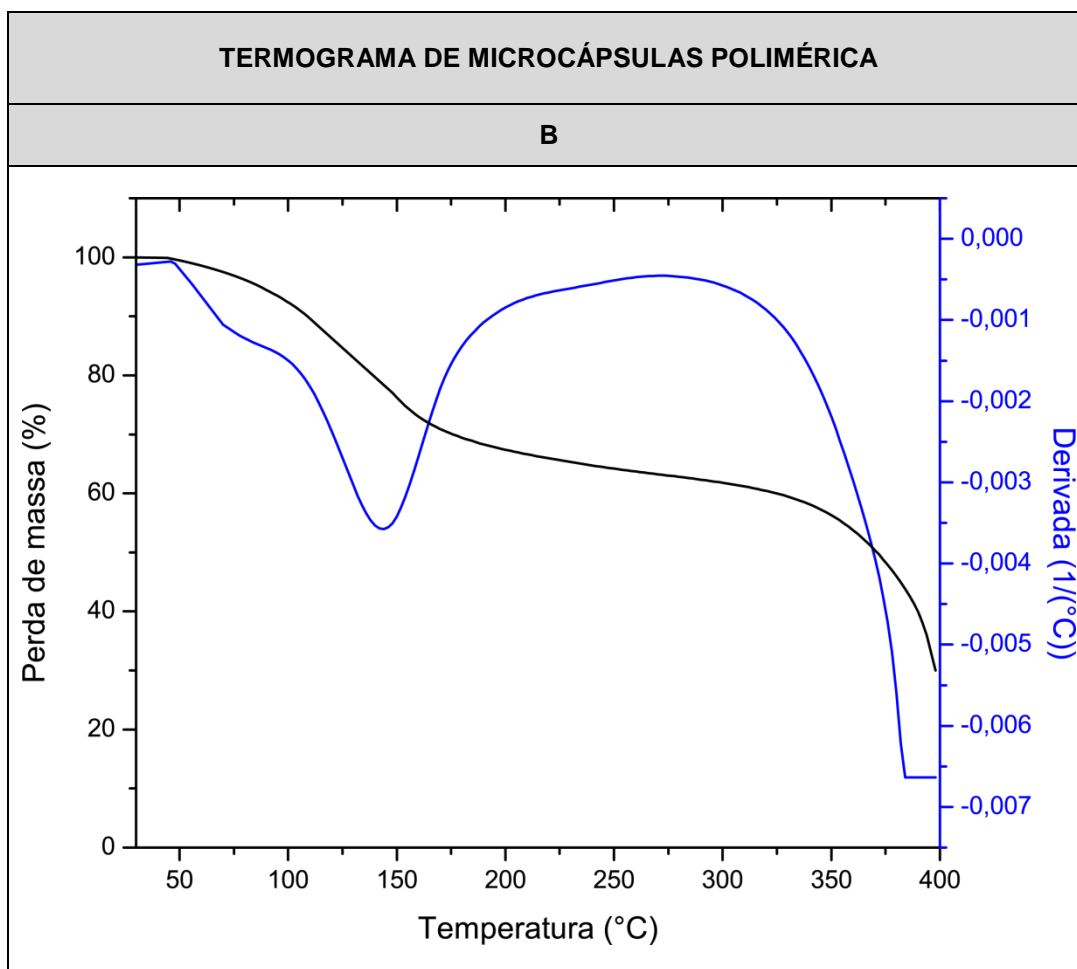


Figura 29 – Termograma de microcápsulas poliméricas contendo óleo essencial de *Lavandula angustifolia* (B)



Nas figuras 30 e 31, aparecem os resultados de TGA que foram feitos em três amostras, sendo uma referente à própria microcápsula polimérica de *Lavandula angustifolia* de surfactante *Tween 80* (A), outra à microcápsula polimérica de *Tween 80* vazia (B) e a última ao próprio óleo essencial de *Lavandula angustifolia*, figura 31 (C). Como pode ser observado, conforme a temperatura aumenta, aparece degradação do material, perda de massa e volatilização do óleo essencial. Verifica-se que a massa residual da microcápsula decresce com o aumento da temperatura.

Figura 30 – TGA: microcápsulas poliméricas de óleo essencial puro de *Lavandula angustifolia*, casca e óleo essencial (A e B)

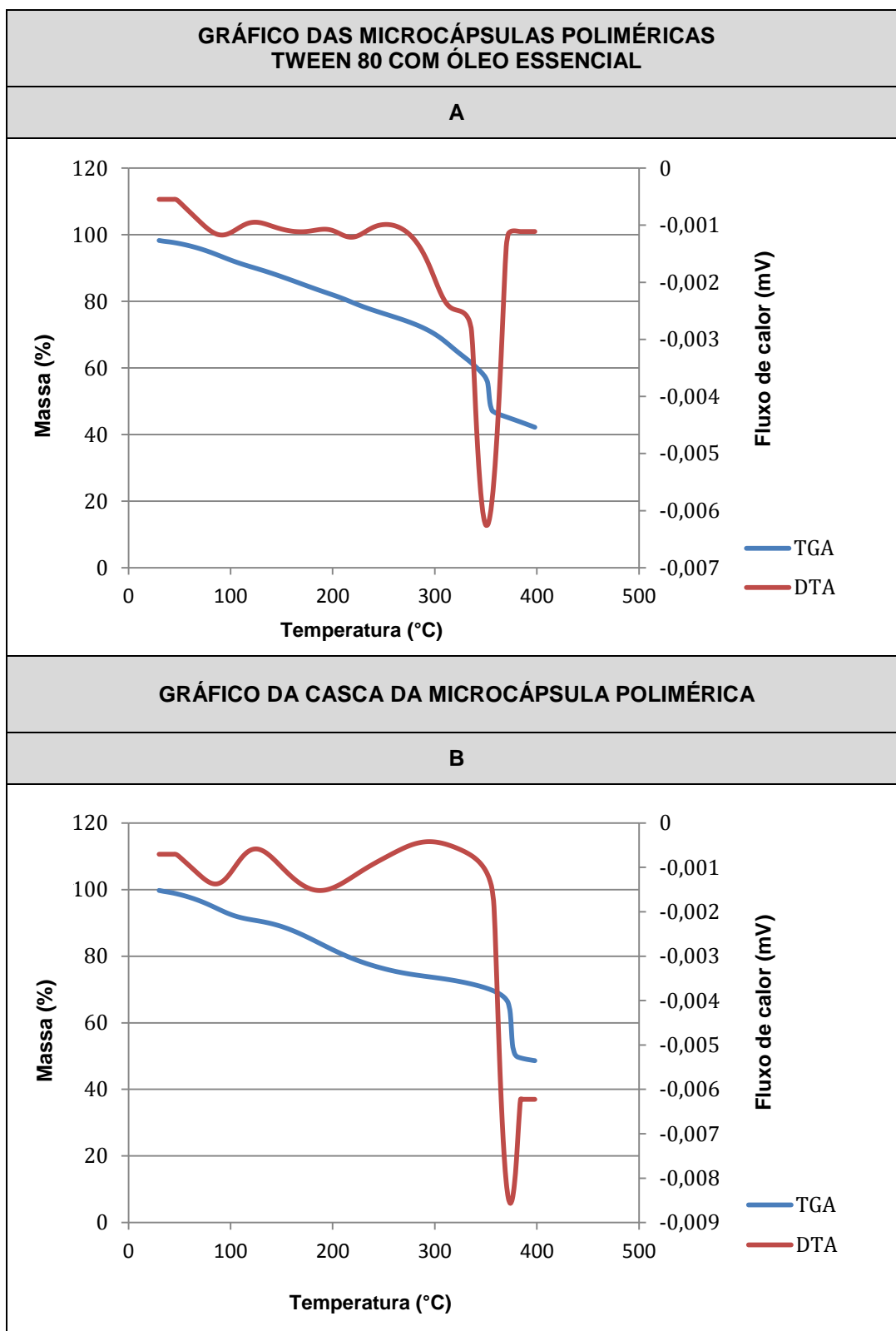
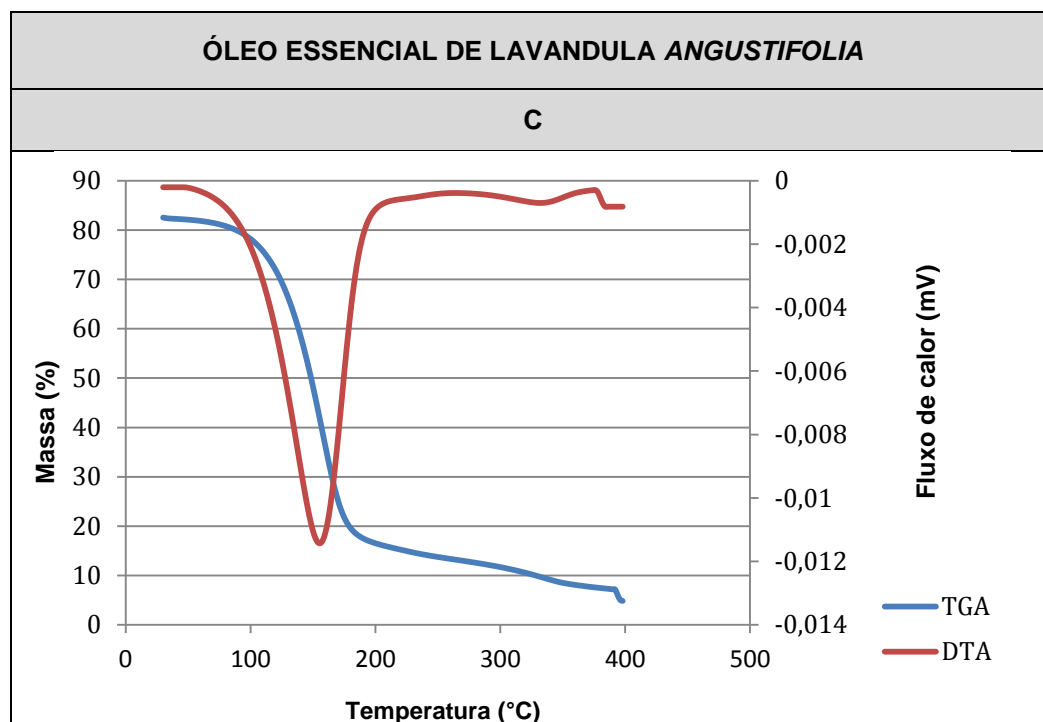


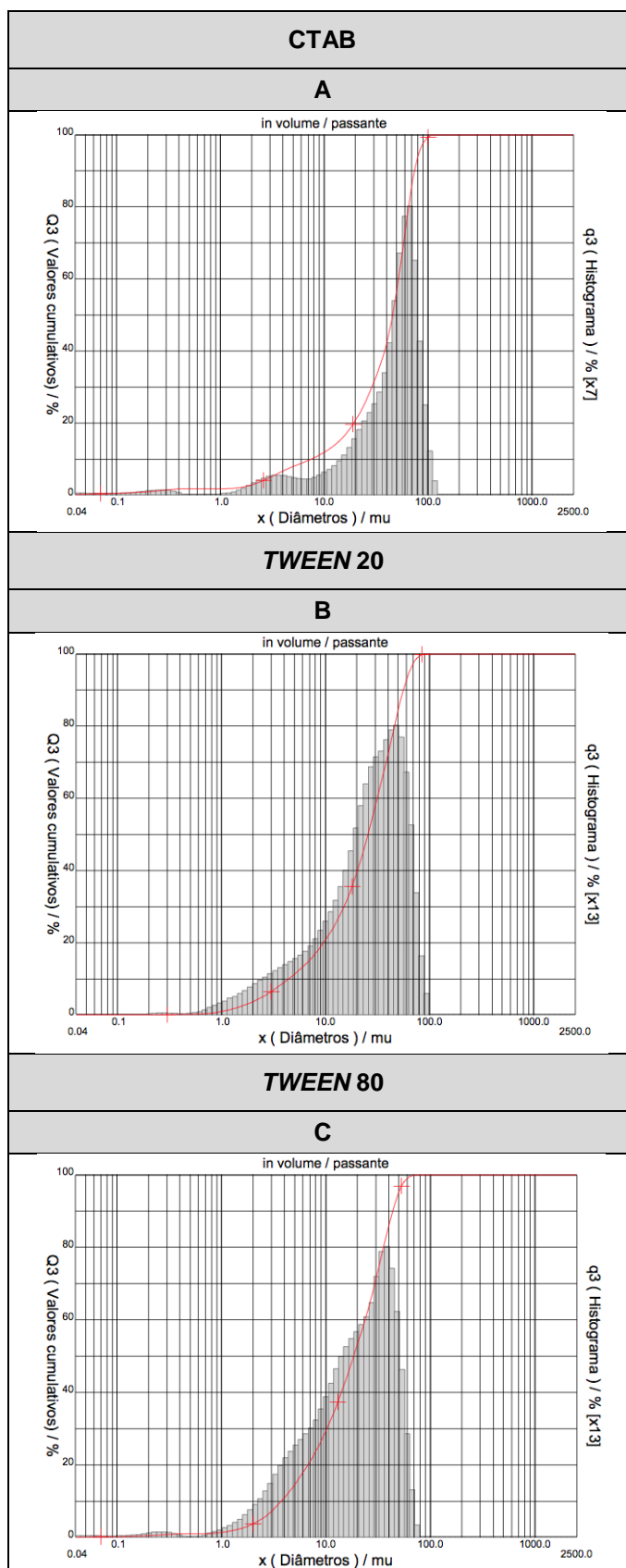
Figura 31 – TGA: microcápsulas poliméricas de óleo essencial puro de *Lavandula angustifolia*, casca e óleo essencial (C)



5.1.3 Granulometria a Laser

Pode-se analisar, pelo ensaio da análise de granulometria a laser figura 32, a configuração e distribuição das microcápsulas poliméricas, com diferentes comportamentos quanto ao tensoativo utilizado como CTAB, Tween 80, Tween 20 e SLS e podem-se visualizar as dimensões e os agrupamentos das microcápsulas poliméricas de óleo essencial de *Lavandula angustifolia* executadas com diferentes surfactantes. Observa-se que, no uso de surfactantes como o Tween 20 e 80, existe uniformidade e melhor distribuição de tamanho de partículas das microcápsulas com variação. Esse histograma da granulometria foi elaborado após o processo de secagem em dessecador, em que a água foi utilizada como meio dispersante. O CTAB apresenta uma distribuição bimodal; os tensoativos utilizados como Tween 80 e Tween 20 apresentaram um resultado superior quanto à faixa de distribuição e ao tamanho médio de partículas que suprem o objetivo de impregnação nos suportes de madeira-balsa. Observa-se ainda que o uso do tensoativo SLS não obteve microcápsulas e que houve a formação de grumos não sendo possível assim submeter as microcápsulas ao teste de granulometria a laser.

Figura 32 – Granulometria a laser de microcápsulas poliméricas obtidas com diferentes surfactantes A (CTAB); B (Tween20); C (Tween80)

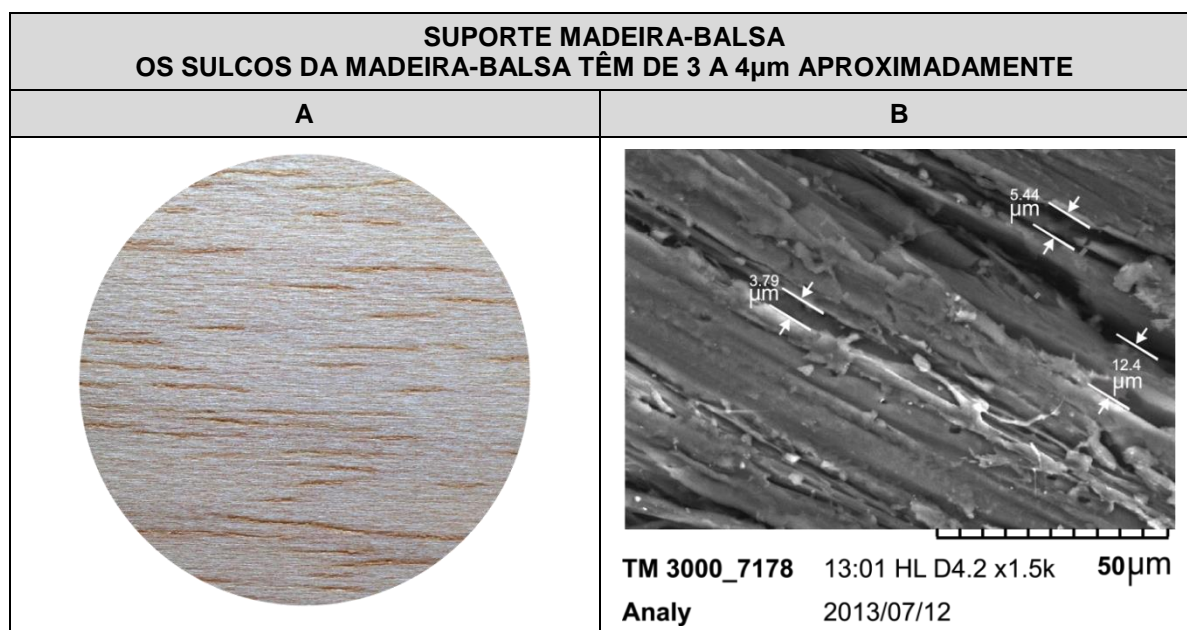


5.2 IMPREGNAÇÃO POR IMERSÃO E POR VÁCUO

Neste item será apresentada a impregnação por imersão - baseado nos autores Nelson (2002) e Rossi (2012) – e a impregnação a vácuo, - baseado nos autores Nomura, Okinaka e Akiyama (2009).

Para os testes de impregnação tanto por imersão quanto a vácuo, foram escolhidas as microcápsulas poliméricas obtidas por polimerização *in situ* interfacial, tendo como um dos reagentes o tensoativo *Tween 80*. Os resultados quanto à morfologia, aparência e ao dimensionamento dessas microcápsulas apresentaram tamanhos adequados (1,35 a 1,50 micrometros) uniformes, com uma distribuição homogênea das microcápsulas, tendo em vista que os sulcos encontrados na madeira-balsa variam de 3 a 4 micrômetros (μm) aproximadamente, conforme pode ser verificado na figura 33 (B), por MEV e pela aparência da madeira na visão natural. Também é importante salientar que a escolha deste tensoativo (*Tween 80*) ocorreu por este ser não iônico e por ser amplamente usado e que ele foi incorporado na etapa de preparação das microcápsulas. Também destaca-se a opção por usar o *Tween 80* é consequência de sua granulometria apresentar um resultado superior quanto à faixa de distribuição e ao tamanho médio de partículas.

Figura 33 – Análise da madeira balsa fotografia (A) e por MEV (B)



5.2.1 Imersão a Vácuo

Neste item será apresentada a imersão a vácuo baseada nos autores Nomura; Okinaka; Akiyama (2009).

5.2.1.1 Teste 1

No teste 1, as amostras de madeira-balsa (0,429g) foram imersas com microcápsulas. Para tanto, foi elaborada a dispersão de microcápsulas (8mL de óleo essencial de *Lavandula angustifolia*) e 1g de *Tween* 80 (tensoativo) com 6mL de solução de formaldeído 37% de pH, 7mL de água deionizada e agitação 1 hora e 30 min a 500rpm e filtradas (com aplicação de vácuo) diretamente na madeira-balsa de 2mm de espessura e 9cm de diâmetro.

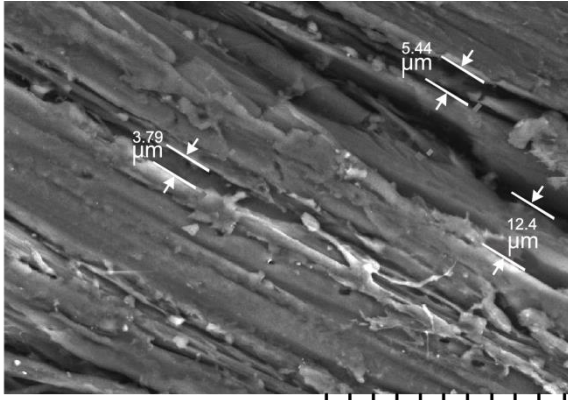
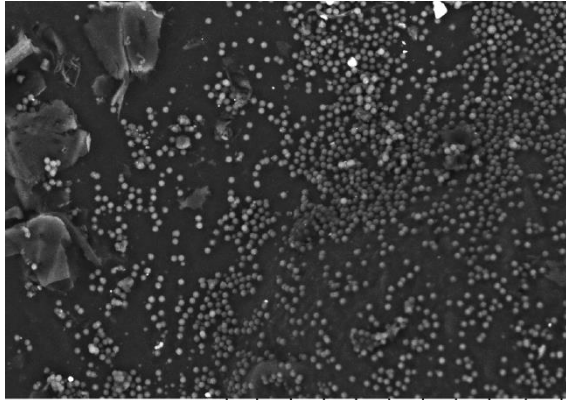
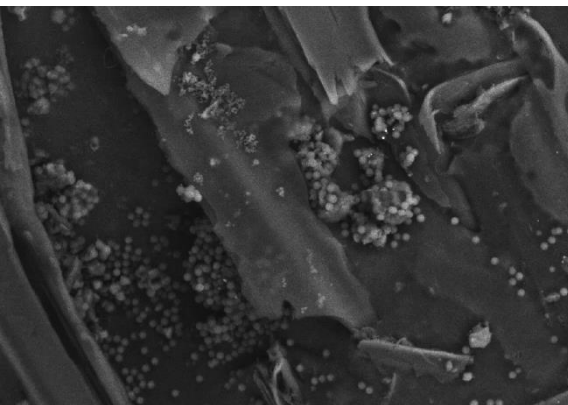
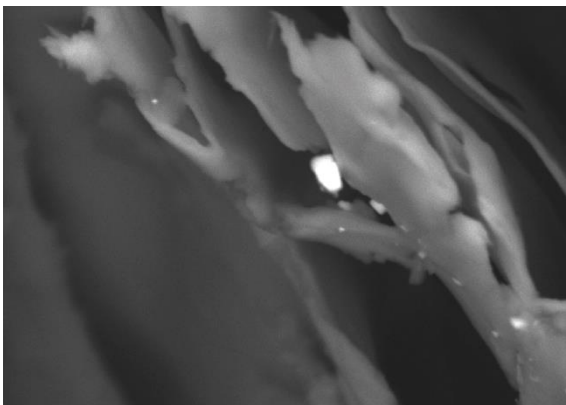
A dispersão foi filtrada a vácuo, e o restante permaneceu imerso, ficando 1 dia no dessecador. A amostra filtrada ficou quatro dias no dessecador. O resultado apresentado foi insatisfatório, uma vez que a solução de microcápsulas ficou na superfície. Conforme pode ser verificado na figura 34 (após aplicação à vácuo).

Figura 34 – Teste 1 (impregnação sem adição de resina)
Presença de pó branco na superfície da madeira



Na figura 35, na qual aparecem as imagens elaboradas pelo MEV, pode-se observar que as microcápsulas, em sua grande maioria, permaneceram na superfície e apenas algumas aparecem nos cortes transversais. É importante salientar que, neste teste, não foi adicionado resina acrílica (corfix) na imersão das amostras.

Figura 35 – MEV antes da imersão e sequência de aumentos de 1000x a 5000x. (A) madeira-balsa antes das imersões, (B) microcápsulas na superfície do suporte em um aumento de 1000x, (C) corte transversal, microcápsulas nos sulcos da madeira aumento de 1200x, (D) corte transversal profundo do suporte e microcápsula inserida com um aumento de 5000x. Amostras sem adição de resina

ANTES DA IMERSÃO	APÓS IMERSÃO
A	B
 <p data-bbox="248 1339 818 1417">TM 3000_7178 13:01 HL D4.2 x1.5k 50μm Analy 2013/07/12</p>	 <p data-bbox="850 1339 1418 1417">TM 3000_8245 16:26 HL D6.4 x1.0k 100μm 15kV 2013/09/24</p>
CORTE TRANSVERSAL	CORTE TRANSVERSAL PROFUNDO
C	D
 <p data-bbox="248 1989 818 2067">TM 3000_8246 16:28 HL D6.4 x1.2k 50μm 15kV 2013/09/24</p>	 <p data-bbox="850 1989 1418 2067">TM 3000_8254 10:57 HL D4.4 x5.0k 20μm 15kV 2013/09/25</p>

5.2.2 Impregnação à Base de Imersão

Neste subcapítulo, serão apresentados os testes de impregnação à base de imersão baseado nos autores Nelson (2002) e Rossi (2012).

No teste 2, foi efetivada a imersão simples com microcápsulas poliméricas (melamina-formaldeído), com aplicações em madeira-balsa de 2mm de espessura e com dimensões de 5cm x 5cm e somente na imersão em 184mL de água deionizada com 0,92g de microcápsulas poliméricas de *Tween* 80 (surfactante) com núcleo de 8mL de óleo essencial de *Lavandula angustifolia*, agitados a 200rpm. A primeira amostra foi retirada duas horas, depois; a segunda, retirada quatro horas após, e após 24 horas. Na sequência, as amostras foram para o dessecador e para a observação no MEV. A figura 36 evidencia a aparência do suporte de madeira após a imersão. É perceptível uma leve névoa branca na superfície.

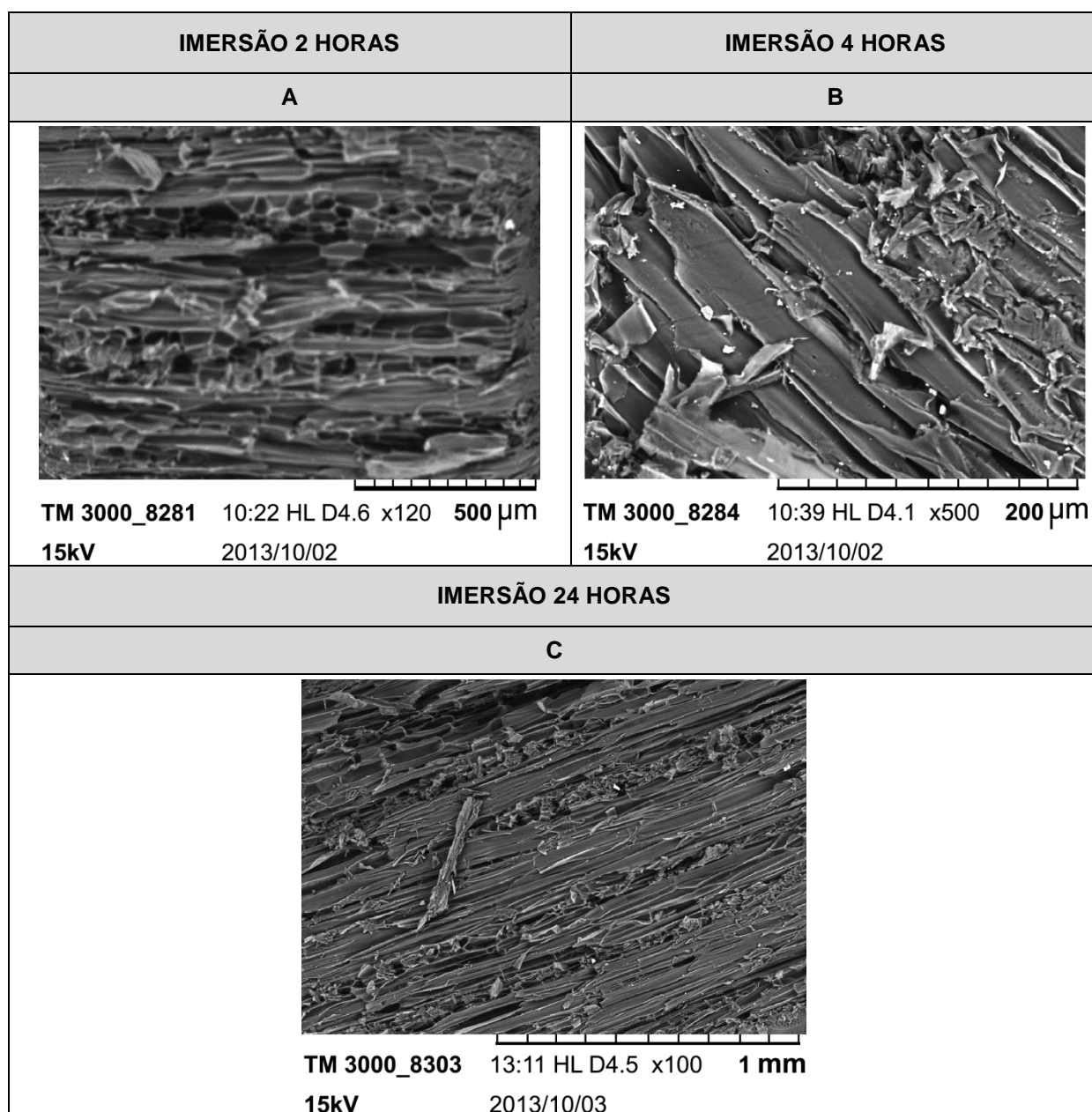
Figura 36 – Teste 2 (amostras de 5 cm x 5 cm), após imersão sem adição de resina (fenda da madeira já existente no suporte)



Na imersão, observa-se que o tempo ao qual os suportes são submetidos faz diferença quanto à presença de microcápsulas, conforme se pode observar nos






MEVs da figura 37 e seus tempos. No caso da figura 37 A, B e C, pode-se observar que a impregnação por imersão, sem adição de resina, não apresenta um bom resultado em relação à impregnação (observam-se poucas microcápsulas nos veios da madeira).

Figura 37 – MEV antes da imersão e sequência de aumentos (A) imersão 2 horas, (B) imersão 4 horas, (C) imersão 24 horas. Amostras sem adição de resina



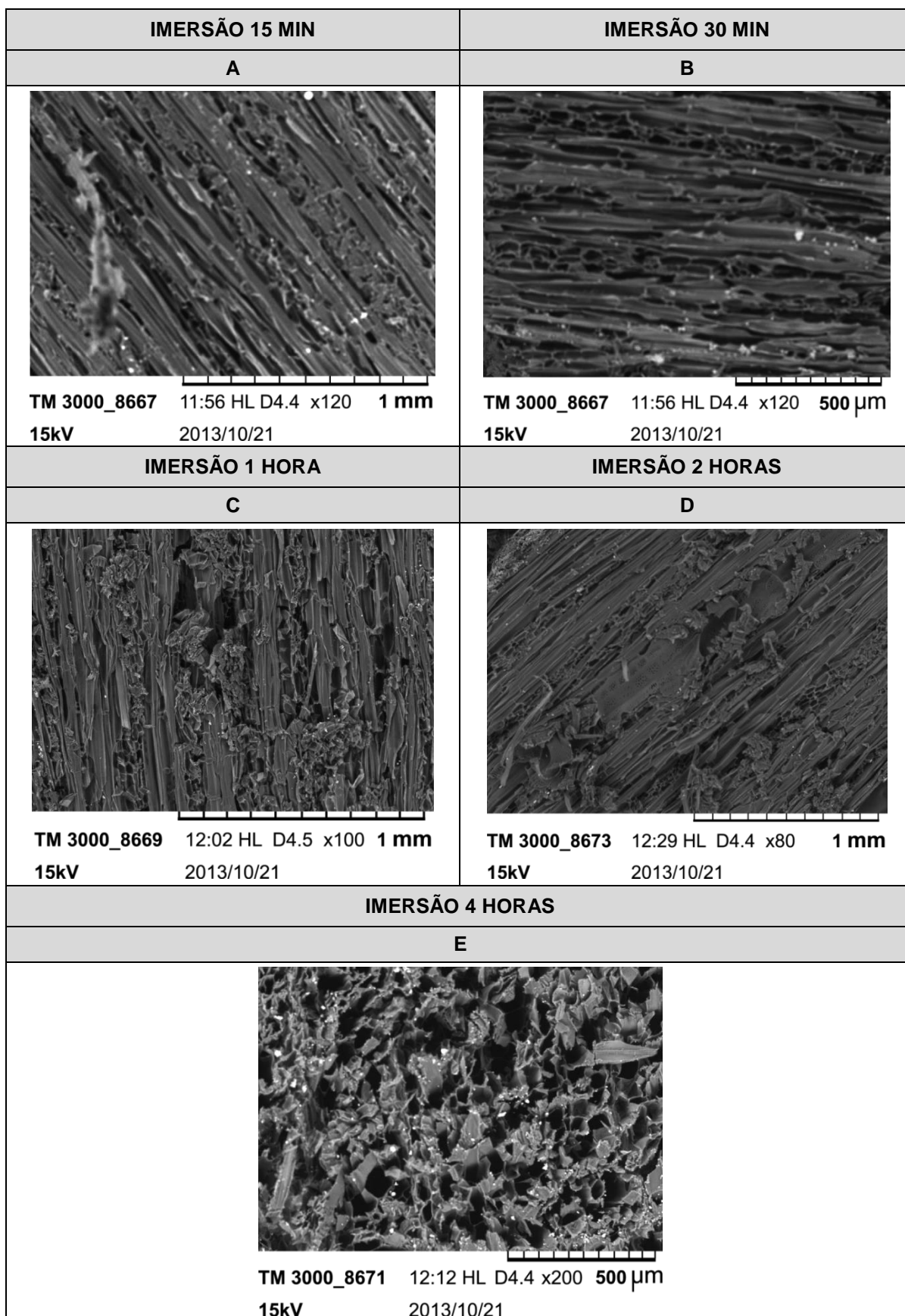
No teste 3, foi adicionada à imersão resina (verniz acrílico fosco e água). Foram utilizados suportes de madeira-balsa de 2 mm de espessura com dimensões de 5cm x 5cm em um béquer jaquetado de 500 mL de solução aquosa em 342 mL de água deionizada, mais 38g de resina (verniz fosco), mais 1,9g de microcápsulas poliméricas *Tween* 80. Estes foram mergulhados e agitados em uma rotação de 120 rpm (agitador mecânico Fisatom 713D), sendo cinco amostras retiradas em tempos de 15 minutos (primeira retirada); 30 minutos (segunda), uma hora; duas horas; quatro horas. Após, esse processo elas foram colocadas no dessecador por 24 horas e analisadas no MEV posteriormente. Na figura 38, pode-se observar a aparência após a imersão. Ainda ficaram um pouco esbranquiçadas, mas menos em comparação com o teste 2. Presume-se que isso ocorreu devido à presença da resina.

Figura 38 – Teste 3 (foto após imersão com adição de resina 38g)

IMERSÃO 15 MIN.	IMERSÃO 30 MIN.	IMERSÃO 1 HORA	IMERSÃO 2 HORAS	IMERSÃO 4 HORAS
A1	A2	A3	A4	A5
				
LEGENDA				
<p>A1 – Amostra replicada 15 min. A2 – Amostra replicada 30 min. A3 – Amostra replicada 1 hora. A4 – Amostra replicada 2 horas. A5 – Amostra replicada 4 horas.</p>				

A figura 39 mostra a sequência de tempos e cortes transversais para verificação da presença das microcápsulas. Todas as imagens do MEV aparecem com aumento de 100 a 1800x. Pode-se verificar que não só o tempo (4 horas) exerce uma grande influência para o aumento da quantidade de microcápsulas de (1g para 1,9g), como também o uso de resina (38g) ajuda na fixação destas no veio da madeira. No teste 3, figura 39, microcápsulas poliméricas (melamina-formaldeído) com surfactante *Tween* 80, com 3,8g de microcápsulas poliméricas de lavanda e com adição de 38g de resina (verniz fosco), 5 amostras quadradas de madeira-balsa espessura 2 mm + 2 amostras espessura 1 mm nos tempos: 15 min (2 mm); 30 min (2 mm); 1h (2 mm); 2h (2 mm e 1 mm); 4h (2 mm e 1 mm).

Figura 39 – Teste 3 MEV antes da imersão e sequência de aumentos de 100x a 1800x e tempos. Amostras com adição de resina (38g)



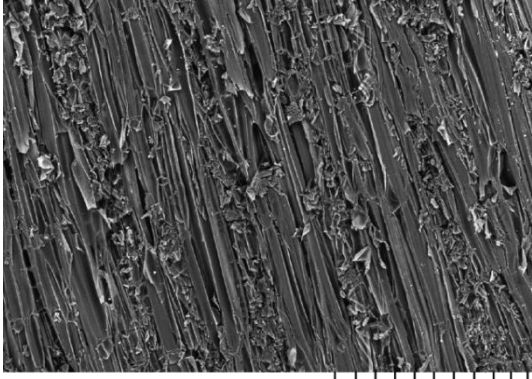
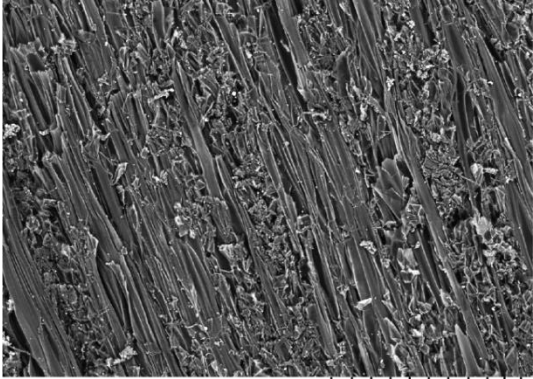
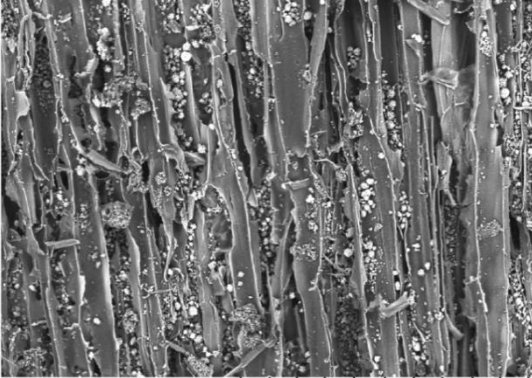
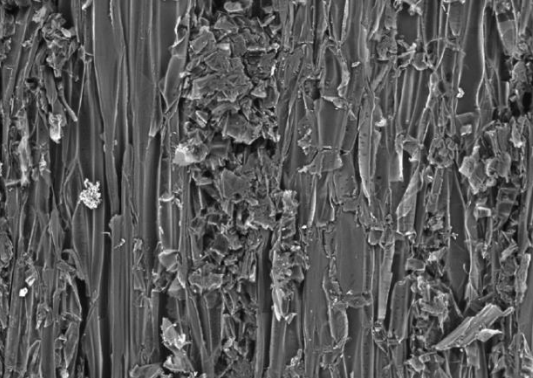
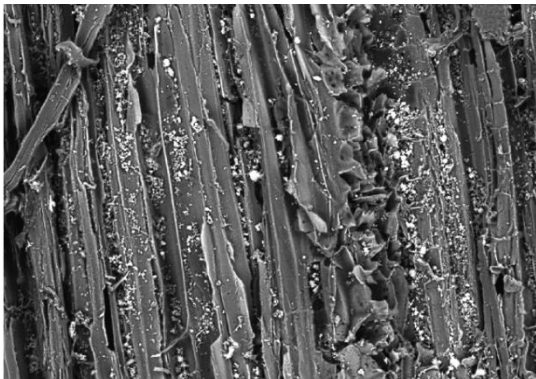
Pode-se verificar, na figura 40, que a aparência do suporte ainda mostra uma superfície esbranquiçada, com tempo de permanência de uma hora.

Figura 40 – Teste 4 amostra (5cm x 5cm) (foto detalhe após imersão de microcápsulas com adição de resina (38g)



Na figura 41, a análise por MEV mostra a sequência de aumentos de (120x a 3000x), tempos já apresentados no teste 4 de imersão. Observa-se que o aumento de resina e de tempo auxiliou na fixação das microcápsulas nos sulcos da madeira.

Figura 41 – Teste 4 MEV sequência de aumentos e tempos com espessura (2mm e 1mm), conforme especificado em cada figura abaixo

IMERSÃO 15 MIN	IMERSÃO 30 MIN
A	B
 <p data-bbox="276 801 810 875">TM 3000_9465 09:33 HL D5.0 x120 500 µm 15kV 2014/03/28</p>	 <p data-bbox="874 801 1409 875">TM 3000_9462 09:26 HL D5.1 x120 500 µm 15kV 2014/03/28</p>
IMERSÃO 1 HORA	IMERSÃO 2 HORAS
C	D
 <p data-bbox="276 1375 810 1449">TM 3000_9475 10:33 HL D4.0 x180 500 µm 15kV 2014/03/28</p>	 <p data-bbox="874 1375 1409 1449">TM 3000_9471 09:56 HL D4.0 x180 500 µm 15kV 2014/03/28</p>
IMERSÃO 4 HORAS	
E	
 <p data-bbox="564 1948 1102 2020">TM 3000_9477 10:46 HL D6.2 x300 300 µm 15kV 2014/03/28</p>	

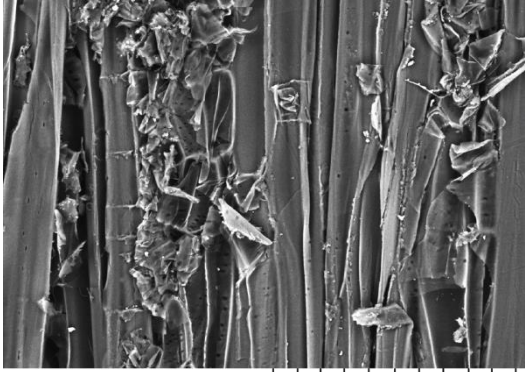
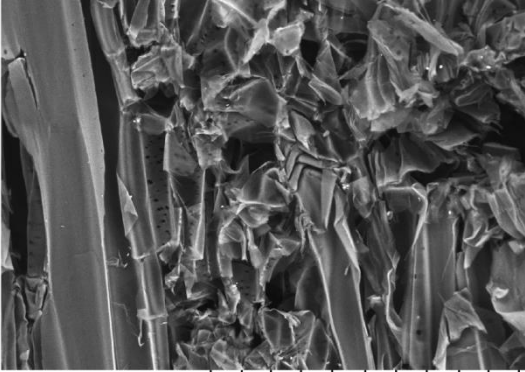
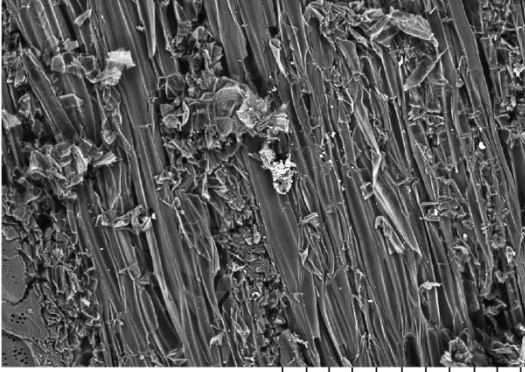
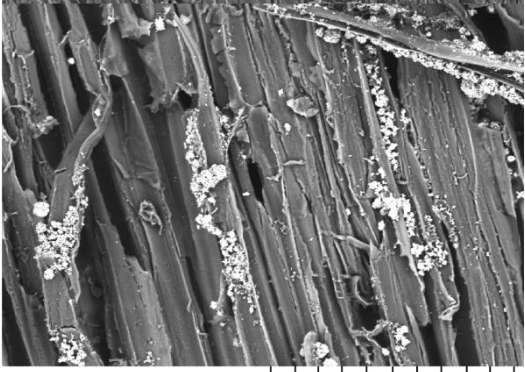
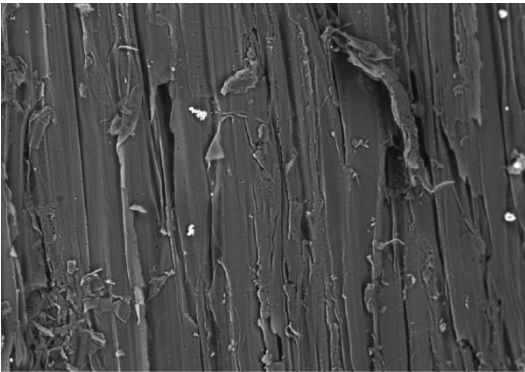
No teste 5, utilizou-se 3,8g de microcápsulas poliméricas de lavanda, (8mL de óleo essencial de *Lavandula angustifolia* e surfactante *Tween 80*), 342mL água DI (Deionizada), adicionando 76g de resina verniz fosco. Foram colocadas 5 amostras quadradas de madeira-balsa de espessura 2 mm, mais 2 amostras de espessura de 1 mm, no tamanho de 5 cm por 5 cm no agitador mecânico a uma velocidade de 120 rpm, retiradas conforme os tempos de 15 min (2 mm), 30 min (2 mm), 1h (2 mm), 2h (2 mm) e 4h (2 mm e 1 mm). Conforme pode ser observado na figura 42, há, na aparência da madeira, um pó branco sob a superfície.

Figura 42 – Teste 5 (foto após imersão) amostras com adição de resina (76g)



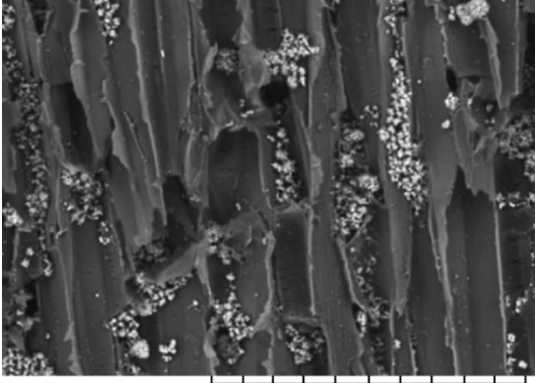
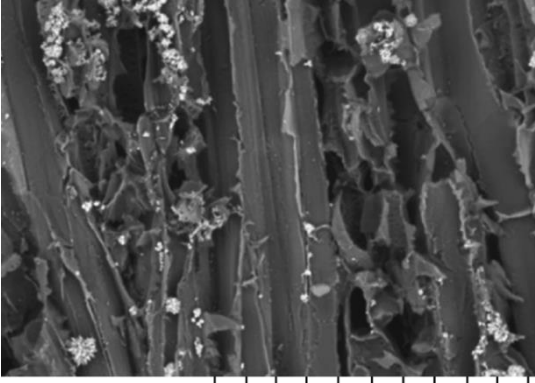
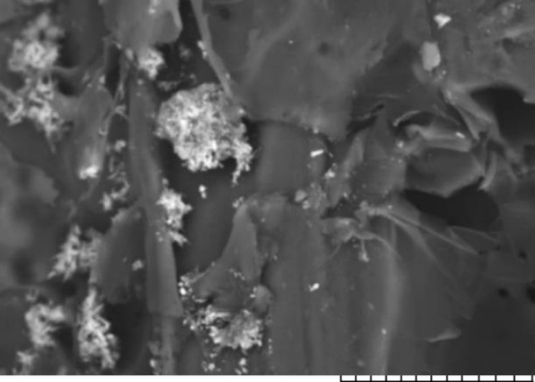
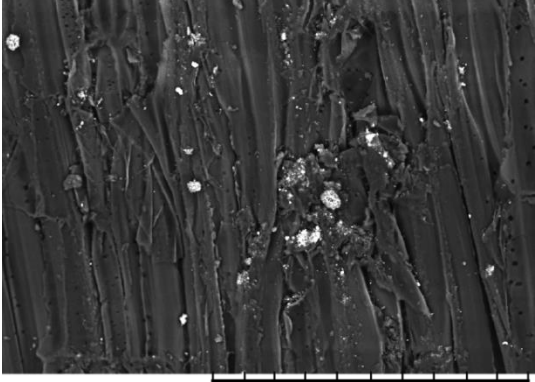
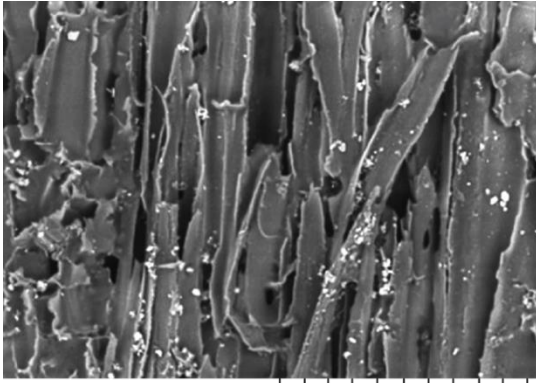
Na figura 43, podem ser observadas, através da análise do MEV, as amostras com a diferença dos tempos de retirada de 15 min até 4 horas. As amostras retiradas nos tempos de 2 e 4 horas apresentaram melhores resultados no que tange à quantidade de microcápsulas impregnadas no suporte. Isso se pode observar nas legendas C, D e E.

Figura 43 – Teste 5 MEV sequência de aumentos e tempos com espessura (2 mm) conforme especificado em cada figura abaixo

IMERSÃO 15 MIN	IMERSÃO 30 MIN
A	B
 <p data-bbox="277 792 804 869">TM 3000_9481 11:00 HL D5.3 x400 200μm 15kV 2014/03/28</p>	 <p data-bbox="869 792 1396 869">TM 3000_9484 11:07 HL D5.7 x500 200μm 15kV 2014/03/28</p>
IMERSÃO 1 HORA	IMERSÃO 2 HORAS
C	D
 <p data-bbox="277 1359 804 1431">TM 3000_9485 11:12 HL D4.9 x150 500 μm 15kV 2014/03/28</p>	 <p data-bbox="869 1359 1396 1431">TM 3000_9489 11:31 HL D4.3 x400 200μm 15kV 2014/03/28</p>
IMERSÃO 4 HORAS	
E	
 <p data-bbox="571 1921 1098 1993">TM 3000_9493 11:49 HL D4.9 x300 300 μm 15kV 2014/03/28</p>	

No teste 6, utilizou-se 5g de microcápsulas poliméricas de lavanda de uso, 8mL de óleo essencial de *Lavandula angustifolia* e surfactante Tween 80, 342 mL água DI, adicionando 76g de resina (verniz fosco). Foram colocadas 5 amostras quadradas de madeira-balsa de espessura 2 mm, mais 2 amostras de espessura de 1mm, no tamanho de 5cm por 5cm no agitador mecânico a uma velocidade de 120 rpm, retiradas, na seguinte ordem de tempos 15 min (2 mm), 30 min (2 mm), 1h (2 mm), 2h (2 mm) e 4h (2 mm), conforme pode ser observado na figura 44, através da análise do MEV. As amostras que apresentaram resultados de impregnação mais efetivos foram as de permanência de 2 e 4 horas. Neste teste, também se observa que o aumento da quantidade de microcápsulas de 3,8 gramas para 5 gramas ampliou a efetividade de impregnação em relação ao tempo. Assim, as amostras retiradas em 2 e 4 horas também apresentaram um bom resultado de impregnação, conforme pode ser visto na figura 44 (letras D e E).

Figura 44 – Teste 6 MEV sequência de aumentos e tempos com espessura (2 mm) conforme especificado em cada figura abaixo

IMERSÃO 15 MIN	IMERSÃO 30 MIN
A	B
 <p data-bbox="268 801 805 875">TM 3000_1124 15:38 HL D3.9 x500 200μm 15kV 2014/06/03</p>	 <p data-bbox="865 801 1402 875">TM 3000_1102 14:46 HL D4.1 x500 200μm 15kV 2014/06/03</p>
IMERSÃO 1 HORA	IMERSÃO 2 HORAS
C	D
 <p data-bbox="268 1373 805 1442">TM 3000_1070 13:04 HL D4.8 x2.0k 30μm 15kV 2014/05/30</p>	 <p data-bbox="865 1373 1402 1442">TM 3000_1043 12:13 HL D4.7 x500 200μm 15kV 2014/05/30</p>
IMERSÃO 4 HORAS	
E	
 <p data-bbox="563 1939 1101 2007">TM 3000_1029 11:46 HL D4.1 x400 200μm 15kV 2014/05/30</p>	

6 RESULTADOS DA OBTENÇÃO DE CARREADORES LIPÍDICOS MICRO E NANOESTRUTURADOS (CLN E CLM)

A seguir, são descritos os resultados relativos à obtenção dos carreadores lipídicos nano e microestruturados (CLN e CLM). A metodologia e os resultados desta parte da tese (capítulo 6) geraram um relatório de depósito de patente e serviram de base para a elaboração de uma minuta de patente, cujo depósito foi realizado no INPI, conforme atesta o documento anexado no Apêndice A.

Este invento se refere ao desenvolvimento de carreadores lipídicos micro e nanoestruturados contendo óleo volátil de *Lavandula angustifolia* (lavanda) para aplicação em madeira-balsa. O carreador lipídico é composto por uma cera sólida (cera de abelha) e óleo volátil, estabilizados por um tensoativo. Brevemente, o sistema é preparado a partir da fusão da cera, mistura do óleo e dispersão do sistema em água, por técnica clássica de emulsificação. Quando há o abaixamento da temperatura, o lipídio sólido recristaliza "encapsulando" o óleo. Este sistema tem tamanho micrométrico (maior que 1 μm) e aspecto leitoso. Ele pode ser ainda homogeneizado à alta pressão para gerar um carreador lipídico nanoestruturado, ou seja, com tamanho de partícula menor que 1 micrômetro (na faixa de 200 nm). Este também tem aspecto leitoso. A aplicação em madeira pode ser feita com diferentes técnicas, a água é eliminada por secagem, e o carreador fica impregnado no suporte, conferindo um melhor aspecto visual e olfativo à madeira, quais sejam: aspecto lustroso e odor de lavanda. O último é conferido pela liberação controlada pelo carreador dos componentes voláteis do óleo essencial.

6.1 PREPARAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS CARREADORES LIPÍDICOS CONTENDO ÓLEO ESSENCIAL DE *Lavandula angustifolia*

Com base em estudos descritos por alguns autores Hu *et al.* (2006), Pardeike; Hommos e Müller (2009), e testada também por Souto *et al.* (2011), optou-se por testar a cera de abelha pura com grau farmacêutico (distribuidor Delaware) que tem ponto de fusão 60-67°C para a obtenção das micro e nanopartículas. O suporte

escolhido foi a madeira-balsa (*Ochroma pyramidali*), adquirida em lâminas de 10cm x 20cm e 2mm de espessura, na empresa Koralle (Porto Alegre).

Para a preparação das micropartículas lipídicas, foram utilizados os seguintes equipamentos: balança eletrônica, pipeta eletrônica, um béquer jaquetado de 500mL, béquer jaquetado de 15mL, agitador mecânico a 500rpm, bastão magnético, termômetro para análise da temperatura, Ultra-Turrax T25 IKA-Werke.

Primeiramente, o lipídio sólido foi fundido em copo graduado em banho-maria até uma temperatura 10°C acima do ponto de fusão do mesmo. Após, foi adicionado a este os outros componentes da fase oleosa: Span 80 e óleo essencial. A fase aquosa (água e *Tween* 20) também foi aquecida em banho-maria na mesma temperatura da fase oleosa. Em seguida, a fase aquosa foi vertida na oleosa para a formação de uma emulsão grosseira. Esta emulsão foi, então, passada por Ultra-Turrax por 1 minuto à velocidade de 13500rpm. O quadro 5 (referido no item 4 deste trabalho de tese) apresenta as proporções de cada componente das formulações F1 a F6, onde foram aumentadas progressivamente as concentrações de núcleo oleoso (de 5% a 20%). Na figura 45 a seguir, pode-se observar a aparência da formulação durante as etapas de sua obtenção (Formulação F1).

Figura 45 – Mostra o processo do Teste 2, cera pura de abelha (A e B), processo de homogeneização Ultra-Turrax (C e D), resultado do Carreador Lipídico Microestruturado



No quadro 7, é possível observar os resultados de aparência, tamanho médio de partícula (medido em granulômetro a *laser*) e viscosidade (medida em viscosímetro de Ostwald), obtidos com a preparação dessas formulações. A formulação F1 foi escolhida para dar prosseguimento nos testes de incorporação na madeira por ter o melhor tamanho e pela presença do TCM, visto que este óleo fixo auxilia no controle da volatilização de compostos voláteis (GASPARI; DIAS, 2013). Importante salientar que a água apresenta densidade de 1,00g/mL e viscosidade de 1,00CP para podermos ter uma variável de comparação.

Quadro 7 – Teste 2 com variação de TCM e núcleo oleoso

FORMULAÇÕES		APARÊNCIA	TAMANHO MÉDIO (μm)	VISCOSIDADE (CP)
5% NÚCLEO OLEOSO	F1	Branca, leitosa, sem separação de fases.	2,53	1,33CP
	F2	Branca, leitosa, sem separação de fases.	2,64	1,21CP
10% NÚCLEO OLEOSO	F3	Branca, leitosa, sem separação de fases, mais viscosa.	6,82	N.D.
	F4	Branca, leitosa, com separação de fases (agitação retorna ao estado homogêneo).	15,49	N.D.
20% NÚCLEO OLEOSO	F5	Branca, com separação de fases e aparecimento de grumos nas paredes do frasco.	10,6	N.D.
	F6	Não foi feita por sem parecida com a anterior.	N.D.	N.D.

A formulação (F1) também foi submetida à homogeneização à alta pressão (HAP) equipamento, Emulsiflex C3, marca: Avestin, para obtenção do carreador lipídico nanoestruturado (CLN) com características específicas que podem ser verificadas pelo quadro 8.

Quadro 8 – Caracterização do CLN

CARREADOR LIPÍDICO NANOESTRUTURADO (CLN)		
	Tamanho (nm)	Potencial Zeta (mV)
Média	390,47	-30,97
Desvio Padrão	66,61	1,16

O quadro 8 apresenta a caracterização do CLN, com tamanho médio de 390,47 nm e um potencial zeta de -30,97 mV, com um módulo elevado de carga negativa, o qual contribui para a repulsão das cargas e fornece estabilidade para a formulação, auxiliando também que as partículas não se aglomerem.

6.2 IMPREGNAÇÕES DOS CARREADORES EM MADEIRA

As impregnações foram executadas por meio da pistola PPG14, com bico 1,4 mm a 7 BAR e imersões. As amostras utilizadas têm dimensões de 5 cm x 5 cm e 10 cm x 20 cm de (2 mm) de espessura, na técnica de impregnação de pistola, seguindo a impregnação das duas faces, a uma distância de 15cm da face a ser impregnada. Também foram submetidas a impregnação por imersão amostras de 1 cm x 1 cm e 5 cm x 5 cm, colocadas em um béquer jaquetado de 500 mL e retiradas na sequência de 4 horas. No item 6.2.1, constam os resultados das impregnações por carreadores lipídicos microestruturados e, no item 6.2.2, os resultados dos carreadores lipídicos nanoestruturados.

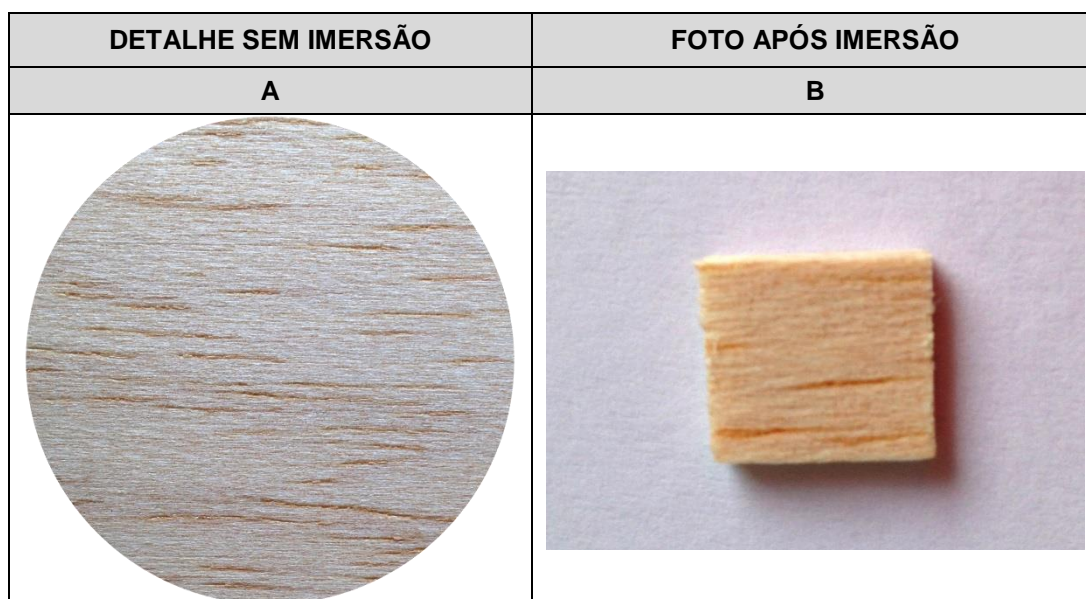
6.2.1 Impregnação da Madeira com Carreadores Lipídicos Microestruturados

6.2.1.1 Métodos Testados

Para a impregnação do suporte de madeira-balsa por imersão, foram utilizadas cinco amostras de 1 cm x 1 cm, béquer jaquetado de (500 mL), 10 mL da formulação F1, agitador mecânico (Fisatom 713D) com rotação de 120rpm, e dessecador, conforme já apresentados no quadro 5 desta tese. Sendo o suporte (madeira-balsa de 2 mm de espessura submerso, em uma solução de micropartículas de 5g. Cada amostra retirada em 4 horas.

Na figura 46, pode-se observar uma das amostras de madeira-balsa que foram submersas na formulação de micropartículas e agitadas a 120rpm, sendo retiradas em 4 horas. Estas foram colocadas no dessecador e analisadas em MEV no Laboratório LdSM (Laboratório de *Design* e Seleção de Materiais). Pode-se verificar que, após a impregnação, a madeira adquiriu um aspecto lustroso, que pode ser conferido pelo tato. As amostras retiradas em 4 horas apresentaram um melhor resultado.

Figura 46 – Fotografia da amostra sem impregnação (A) e após impregnação por imersão (B)



Para a impregnação do suporte, utilizando o carreador lipídico microestruturado (CLM), também foram testados outros métodos de impregnação por pistola PPG14, com bico 1,4 mm a 7 BAR, conforme descrito no quadro 9. A amostra (5 cm x 5 cm) foi submetida à impregnação de pistola com 5 mL em uma face e depois virada a amostra e impregnados mais 5 mL. Após a impregnação, a amostra ficou à temperatura ambiente para secar e posteriormente foi analisada por MEV.

Quadro 9 – Testes de impregnação por imersão e pistola (MLC)

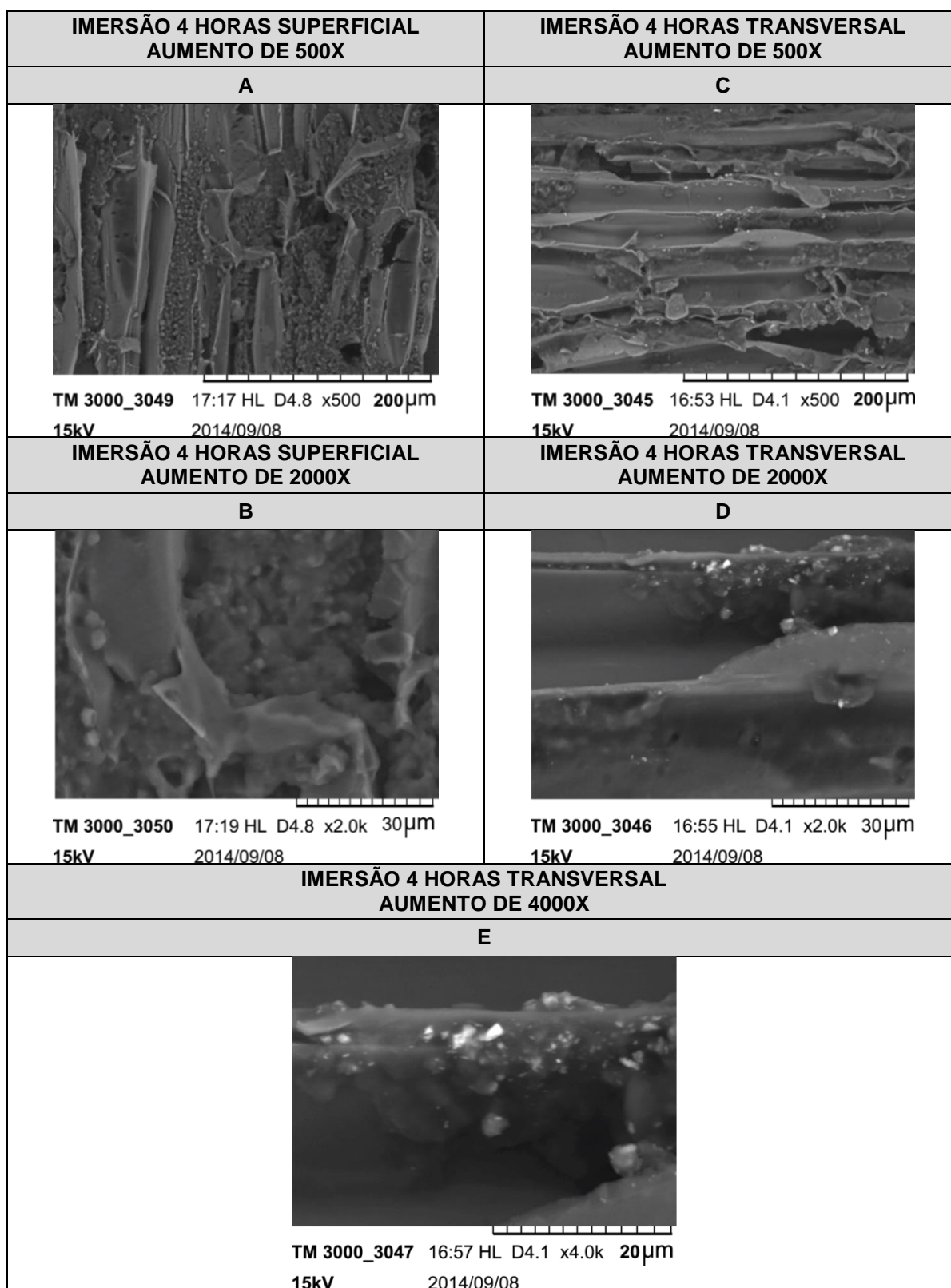
TESTES		SUPORTE MADEIRA-BALSA	AGITADOR MAGNÉTICO (FISATOM 713D) 1% DE AGITAÇÃO
1A	Pistola	2 mm com 5 cm x5 cm	Não
2A	Pistola	2 mm com 5 cm x 5 cm	Não
1B	Imersão	2 mm com 5 cm x 5 cm	4 horas
2B	Imersão	2 mm com 5 cm x 5 cm	4 horas

O quadro 9 ainda apresenta as características da impregnação por imersão. Foram utilizados 12 mL de suspensão, e a amostra de (5 cm x 5 cm) foi submersa em um béquer jaquetado na solução e colocado em um agitador magnético por 4 horas. Após este tempo, a amostra foi retirada e secada à temperatura ambiente e analisada no MEV.

6.2.1.2 Resultados Obtidos

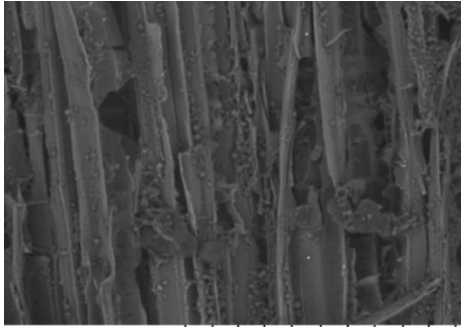
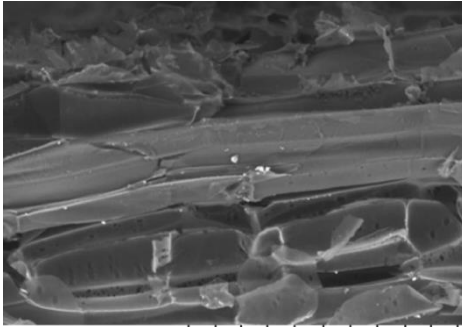
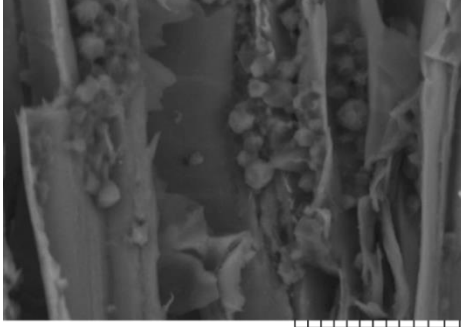
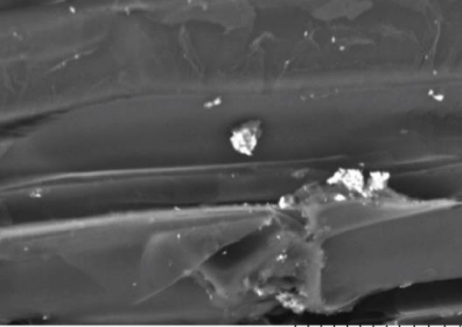
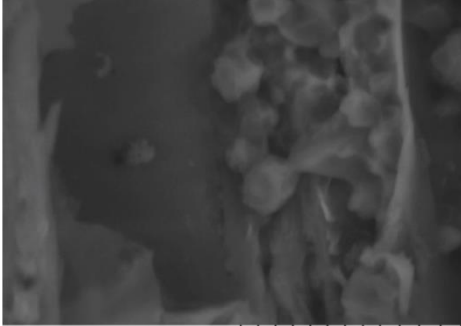
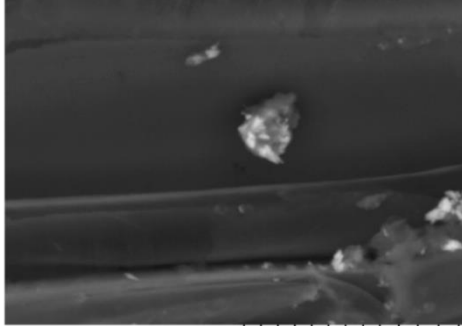
Nestes resultados apresentados na figura 47 (impregnação por imersão) pelo equipamento de microscopia eletrônica de varredura (MEV), percebe-se uma impregnação do CLM nos veios da madeira. Tendo em vista a busca de uma impregnação mais efetiva da solução no suporte, seguiu-se a opção pela impregnação de pistola conforme pode ser verificado na figura 48.

Figura 47 – Imersão das madeiras na solução F1 (MEV). Imersão 4 horas com verificação superficial e transversal e os seguintes aumentos 500x, 2000x e 4000x



Nos resultados apresentados na figura 48, impregnação do CLM no suporte pelo método de pistola, observa-se uma impregnação mais efetiva da solução nos veios da madeira.

Figura 48 – Impregnação das madeiras pelo CLM por sistema de pistola F1

IMPREGNAÇÃO SUPERFICIAL AUMENTO DE 500X	IMPREGNAÇÃO TRANSVERSAL AUMENTO DE 500X
A	D
 <p data-bbox="300 936 762 1003">TM 3000_3031 15:05 HL D5.0 x500 200µm 15kV 2014/09/08</p>	 <p data-bbox="922 936 1385 1003">TM 3000_3040 16:27 HL D4.1 x500 200µm 15kV 2014/09/08</p>
IMPREGNAÇÃO SUPERFICIAL AUMENTO DE 2000X	IMPREGNAÇÃO TRANSVERSAL AUMENTO DE 2000X
B	E
 <p data-bbox="300 1462 762 1518">TM 3000_3032 15:08 HL D5.0 x2.0k 30µm 15kV 2014/09/08</p>	 <p data-bbox="922 1462 1385 1518">TM 3000_3039 16:25 HL D4.1 x2.0k 30µm 15kV 2014/09/08</p>
IMPREGNAÇÃO SUPERFICIAL AUMENTO DE 4000X	IMPREGNAÇÃO TRANSVERSAL AUMENTO DE 4000X
C	F
 <p data-bbox="300 1977 762 2033">TM 3000_3033 15:11 HL D5.1 x4.0k 20µm 15kV 2014/09/08</p>	 <p data-bbox="922 1977 1385 2033">TM 3000_3041 16:29 HL D4.1 x4.0k 20µm 15kV 2014/09/08</p>

6.2.2 Impregnação da Madeira com Carreadores Lipídicos Nanoestruturados

6.2.2.1 Métodos Testados

Para a impregnação do carreador lipídico nanoestruturado (NLC), foram elaborados os testes de impregnação por imersão e por pistola, conforme mostra o quadro 10. A amostra (5 cm x 5 cm) foi submetida à impregnação de pistola com 5mL em uma face e depois virada a amostra e impregnados mais 5 mL. Após a impregnação, a amostra ficou à temperatura ambiente para secar e, posteriormente, foi analisada no MEV. Na impregnação por imersão, foram utilizados 12 mL de solução, e a amostra de (5 cm x 5 cm) foi submersa em um béquer jaquetado de 400 mL na suspensão de nanopartículas e colocado em um agitador magnético por 4 horas. Após este tempo, a amostra foi retirada e seca à temperatura ambiente e analisada no MEV.

Quadro 10 – Testes de impregnação (NLC)

TESTES		SUPORE MADEIRA Balsa	CARREADOR LIPÍDICO NANOESTRUTURADO (NLC)	EMULSÃO	AGITADOR MAGNÉTICO (FISATOM 713D) 2% DE AGITAÇÃO
1	Pistola	2 mm com 5 cm x 5 cm	5g	10 mL de emulsão (5 mL em uma face e 5 mL na outra)	-
2	Imersão	2 mm com 5 cm x 5 cm	5g	12 mL de emulsão	4 horas

6.2.2.2 Resultados Obtidos

O CLN possui um tamanho em média de 390,47 nm, determinado a partir de três lotes diferentes, empregando-se a técnica de espectroscopia de correlação de fótons, em aparelho Zeta sizer. A figura 49 apresenta a curva de distribuição do tamanho de partícula de um desses lotes, mas que é representativo de todos, onde se pode observar uma predominância de partículas na faixa indicada, mas também a

a presença de uma população de partículas com tamanho mais próximo a faixa de 100 nm. Nas figuras 50 e 51, podemos verificar a impregnação dos primeiros carreadores lipídicos nanoestruturados (CLN).

Figura 49 – Curva de distribuição do tamanho de partícula de um lote de CLN

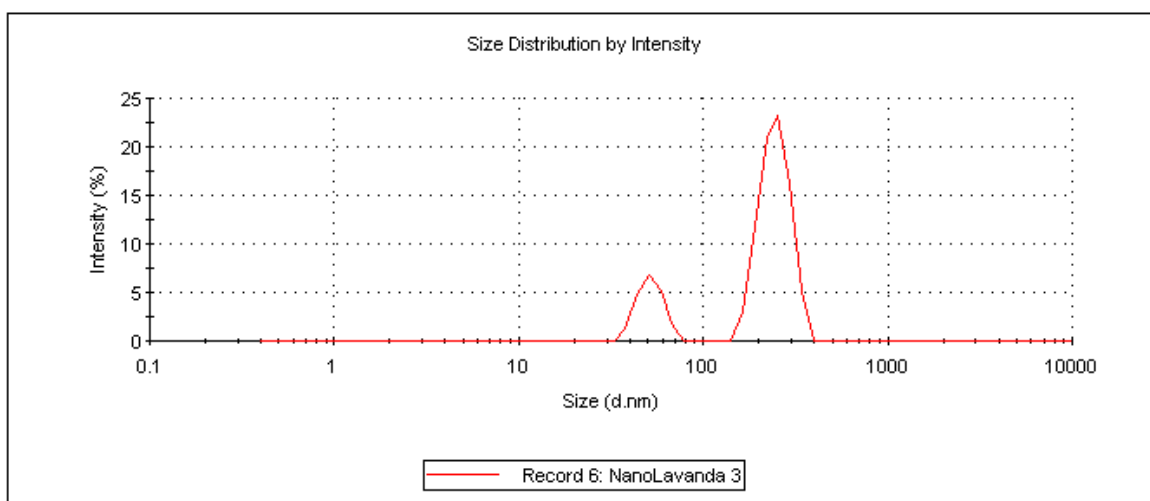


Figura 50 – Registro fotográfico do processo de impregnação por pistola



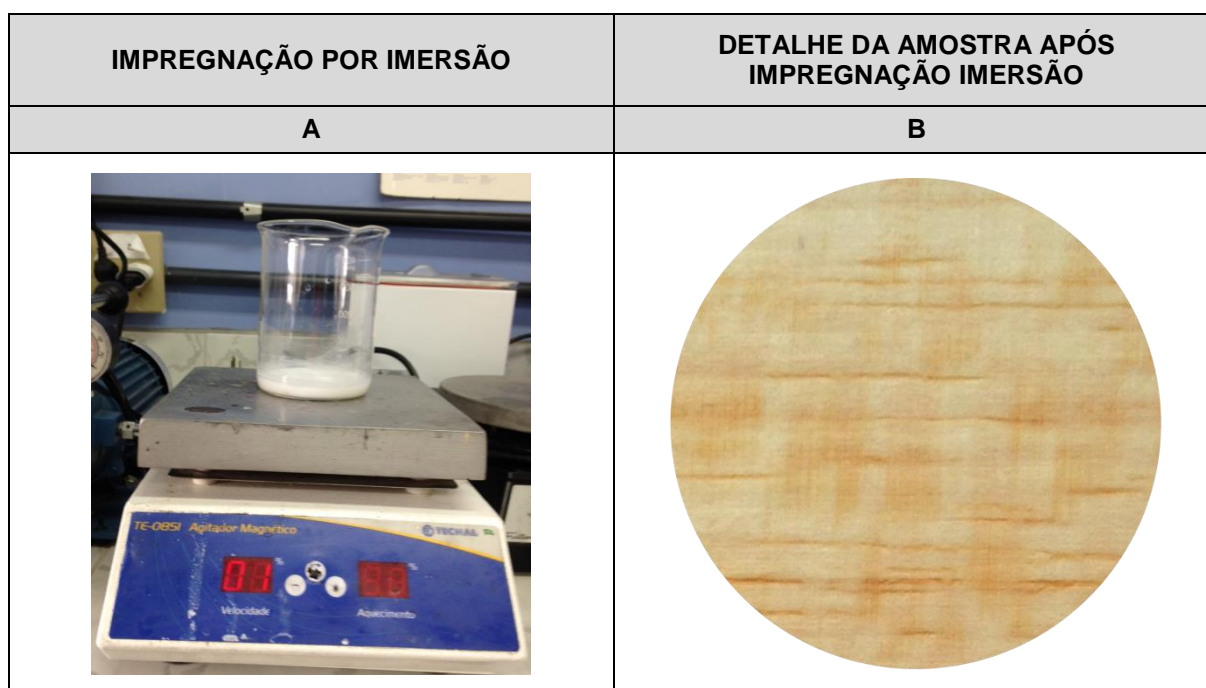
IMPREGNAÇÃO COM PISTOLA	DETALHE DA AMOSTRA APÓS IMPREGNAÇÃO COM PISTOLA
A	B
	

Figura 51 – Registro fotográfico do processo de impregnação por imersão



Na figura (52B), observam-se os resultados oriundos da impregnação de carreadores lipídicos nanoestruturados pelo método de pistola e, em comparação ao método de imersão encontrado na figura (53B), apresenta nitidamente que o processo de impregnação por pistola alcançou um resultado superior quanto à impregnação por imersão, pois se percebe uma maior presença de partículas em relação à superfície impregnada, podendo ser observadas na comparação da figura 52 (impregnação por pistola) em relação à figura 53 (impregnação por imersão).

Figura 52 – MEV da Impregnação por pistola das madeiras na suspensão F1 do CLN, cortes transversais das amostras com aumentos de 500x(A), 1000 x(B) e 1500x(C) e (D)

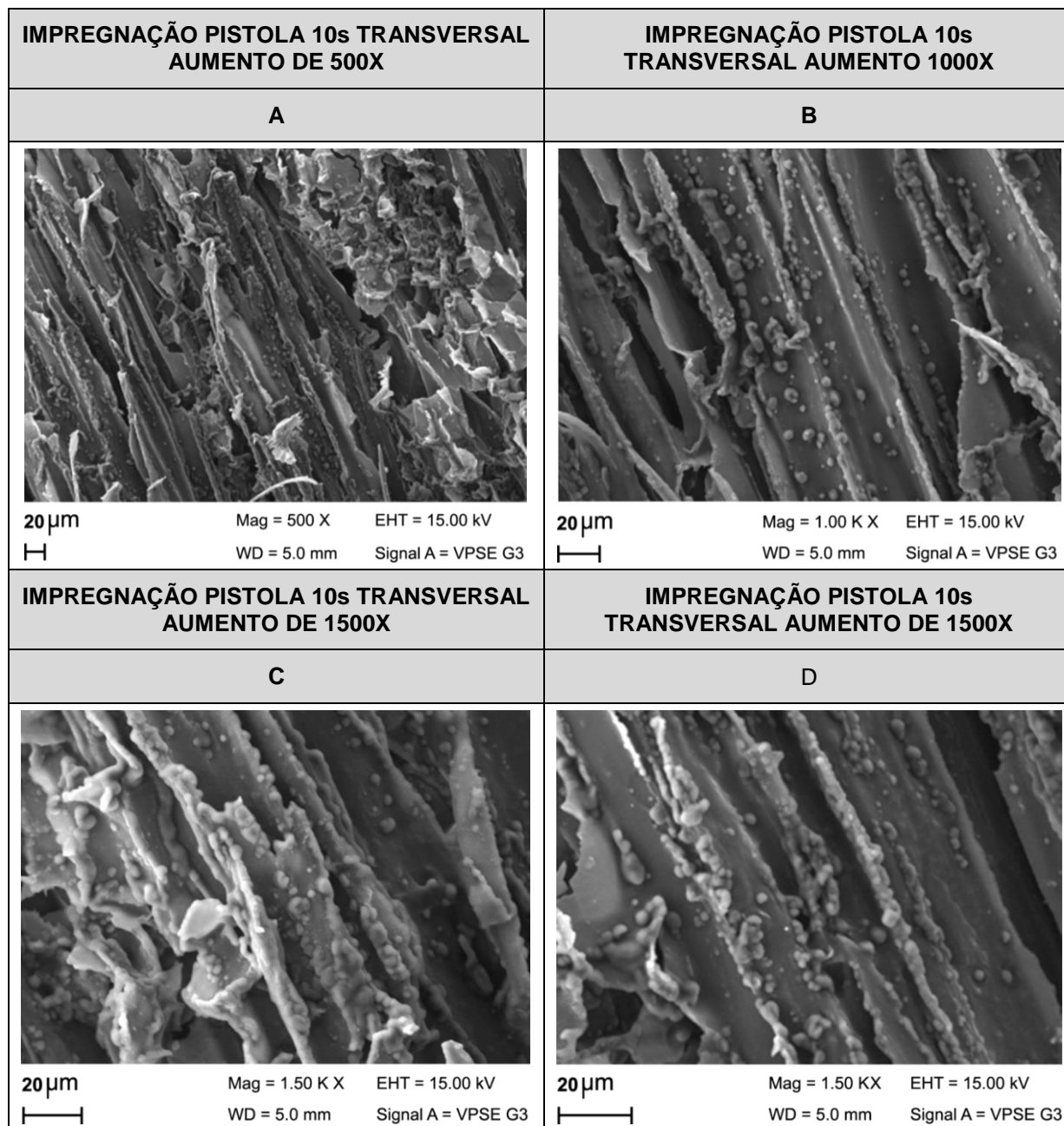
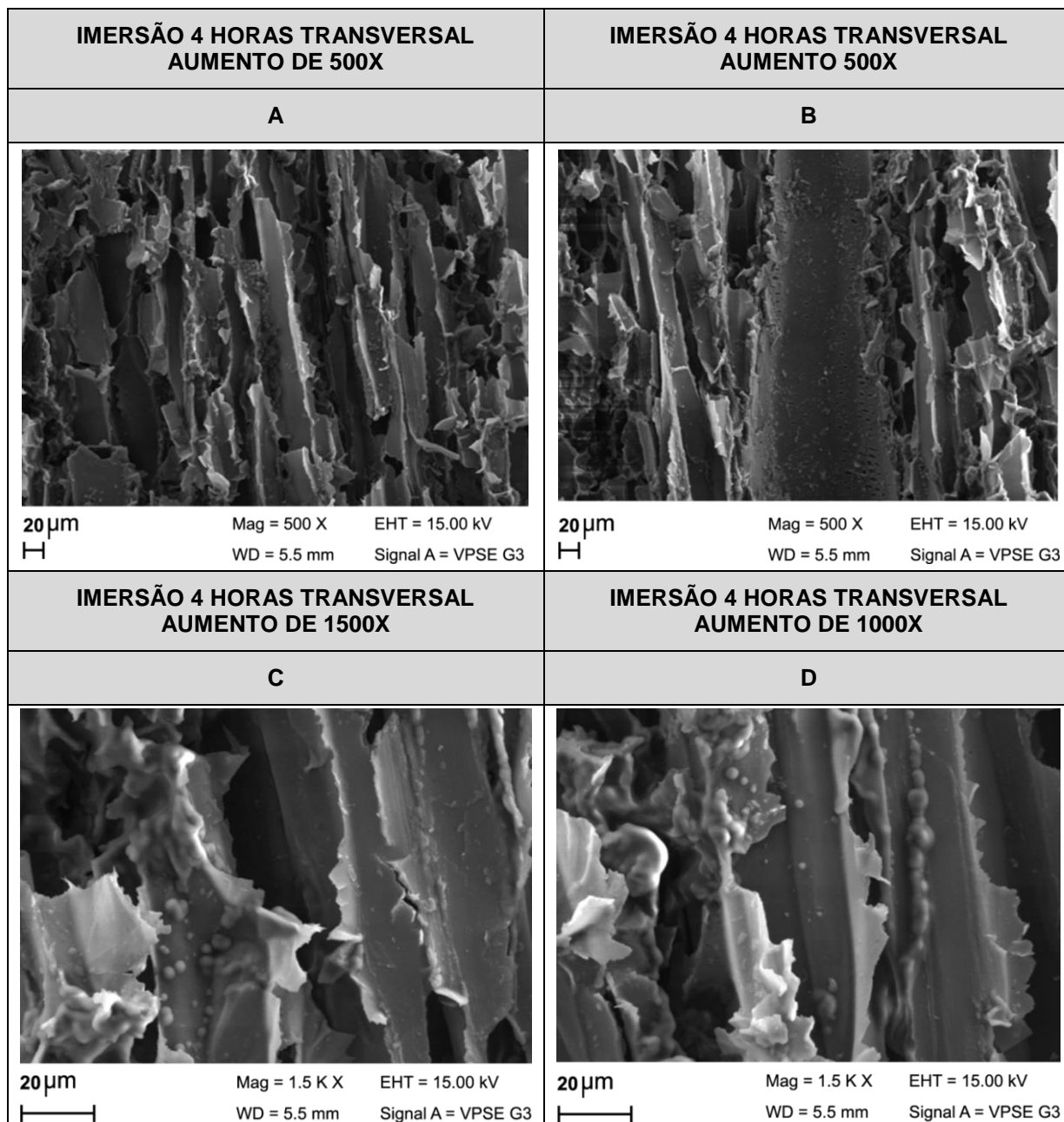


Figura 53 – Impregnação por Imersão das madeiras na solução F1 por um tempo de 4 horas. Corte transversal das amostras com aumentos de 500x (A) e (B), 1500x (C) e 1000x (D)



A impregnação pelo método de pistola apresentou um melhor resultado (maior impregnação dos carreadores nos veios da madeira), por esse motivo, definiu-se seguir as demais impregnações por este sistema. Outro motivo que também desencadeou o uso da pistola foi a utilização industrial deste sistema, e este fator facilitou o processo.

6.2.3 Impregnação da Madeira com Carreadores Lipídicos Microestruturados (CLM) com vistas ao monitoramento da aparência e do controle da liberação de voláteis

A fim de comparar a efetividade da impregnação da madeira com CLM e nos CLN pelo método de pistola e avaliar o desprendimento de voláteis, os testes de impregnação com esta técnica foram continuados.

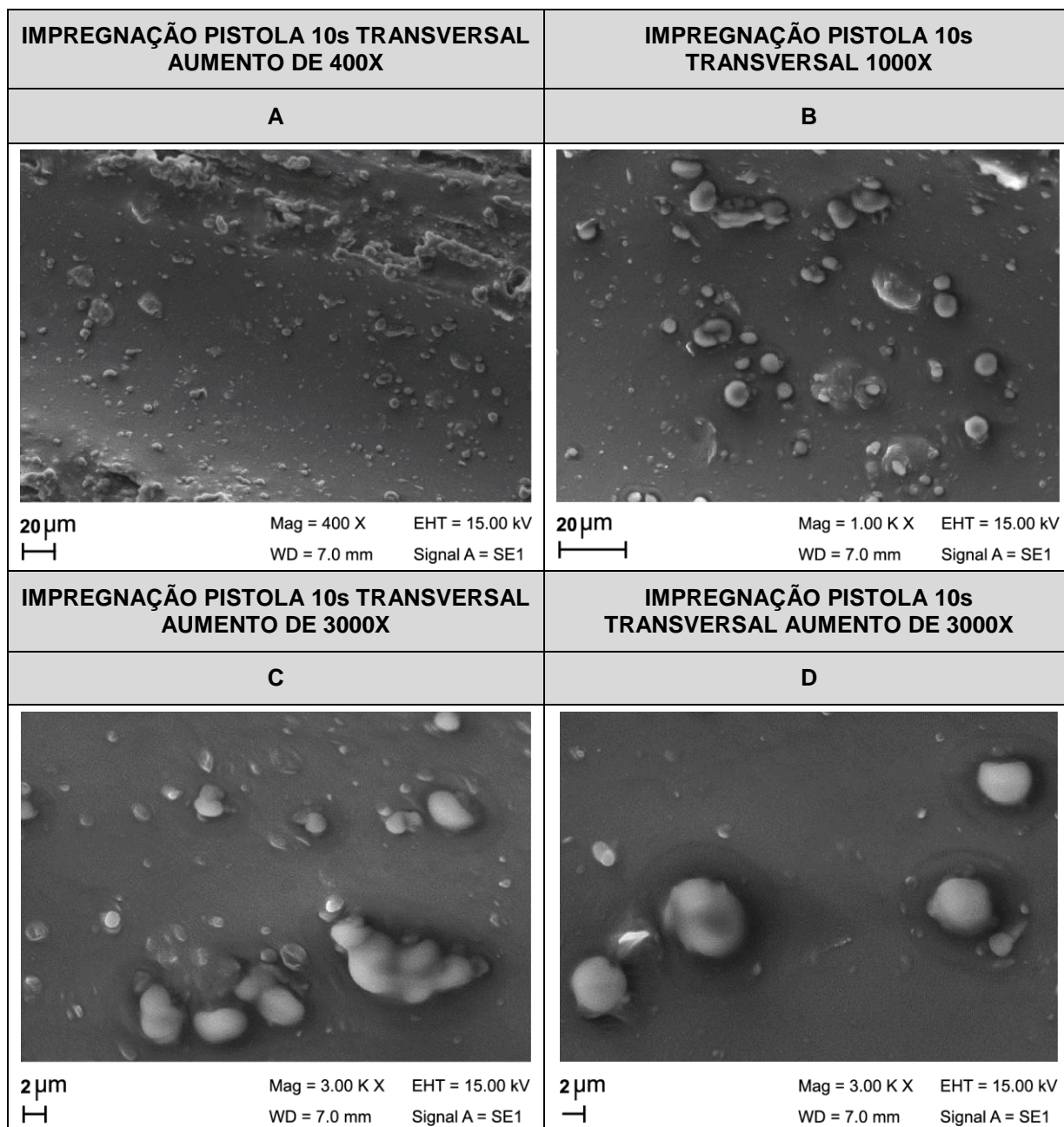
A figura 54 ilustra a amostra submetida à impregnação dos carreadores lipídicos microestruturados (CLM) (a amostra de 2 mm de espessura por dimensões de 10 cm x 20 cm). A impregnação ocorreu por sistema de pistola, sendo 15 mL em uma face e 15 mL na outra com aplicação de 10 segundos em cada lado.

Figura 54 – Impregnação Carreador Lipídico Microestruturado (CLM)



Após a secagem ao ar livre, o suporte de madeira foi cortado em amostras de 1 cm x 1 cm e submetidas ao teste de cromatografia gasosa e analisadas junto à MEV, conforme pode ser verificado na figura 55.

Figura 55 – Impregnação do Carreador Lipídico Microestruturado (CLM) por pistola das madeiras na solução F1. Corte transversal da amostra com aumento 400x (A), 1000x (B) e 3000x (C e D)



6.2.4 Impregnação da Madeira com Carreadores Lipídicos Nanoestruturados (CLN) com vistas ao monitoramento da aparência e do controle da liberação de voláteis.

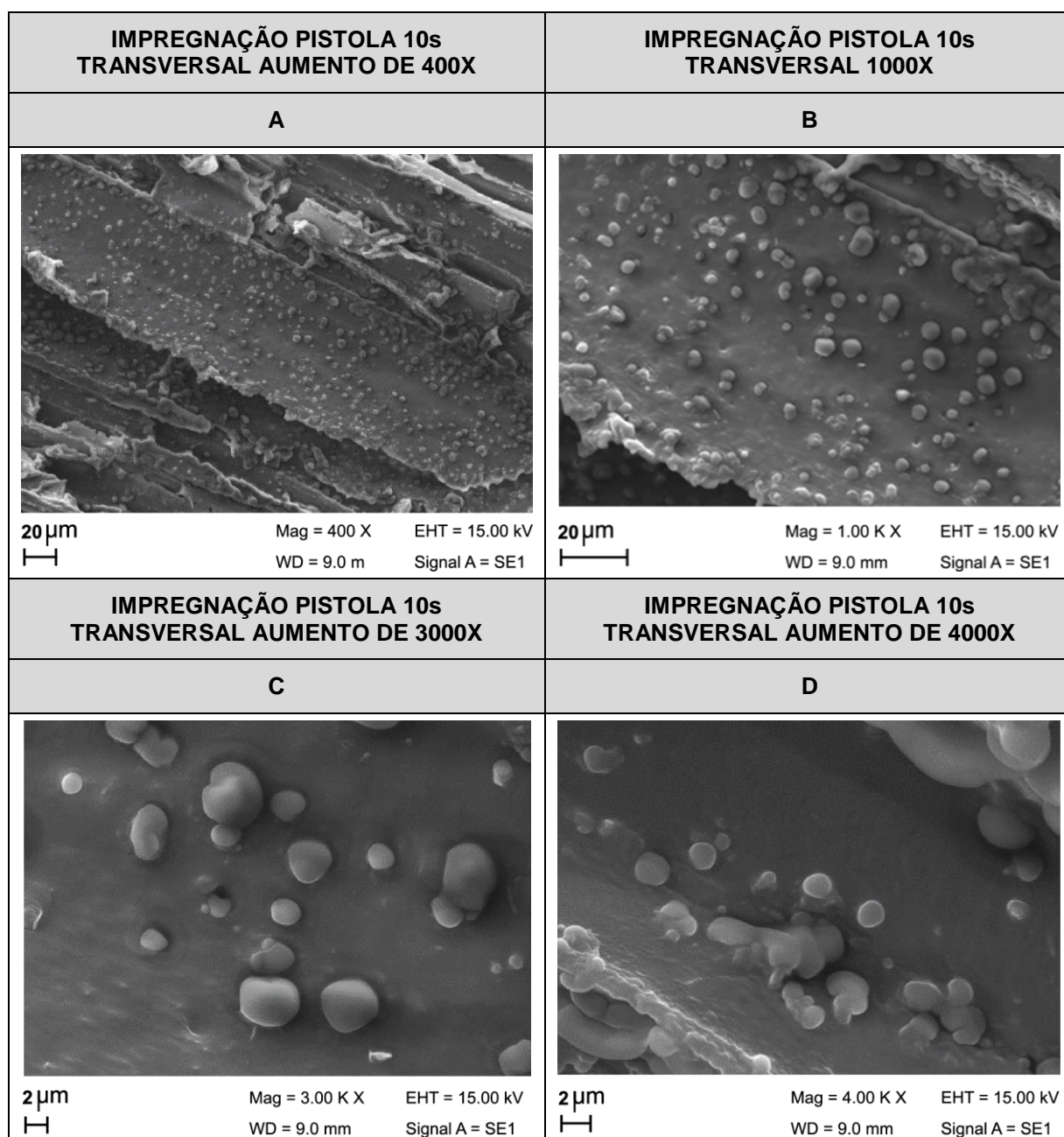
A figura 56 ilustra a amostra que foi submetida à impregnação dos carreadores lipídicos nanoestruturados (CLN) (as amostras de 2 mm de espessura por dimensões de 10 cm x 20 cm). A impregnação ocorreu por sistema de pistola, sendo 15 mL em uma face e 15 mL na outra com aplicação de 10 segundos em cada lado. Enfatiza-se novamente que se optou por seguir no sistema de impregnação por pistola, por apresentar um melhor resultado.

Figura 56– Impregnação Carreador Lipídico Nanoestruturado (CLN). Detalhe da amostra após impregnação



Após a secagem ao ar livre, o suporte de madeira foi cortado em amostras de 1 cm x 1 cm e submetidas ao teste de cromatografia à gás e analisadas junto ao MEV, conforme pode ser verificado na figura 57 a seguir.

Figura 57 – Impregnação por pistola das madeiras na solução F1, Carreador Lipídico Nanoestruturados (CLN). Impregnação por pistola com aplicação tempo em 10 segundos, corte transversal e aumentos de 400x (A), 1000x (B), 3000x (C) e 4000x (D)



6.3 ANÁLISE DO DESPRENDIMENTO DE COMPOSTOS VOLÁTEIS DAS MADEIRAS IMPREGNADAS COM MICRO E NANOPARTÍCULAS LIPÍDICAS POR MEIO DE ANÁLISE CROMATOGRÁFICA A GÁS (CG)

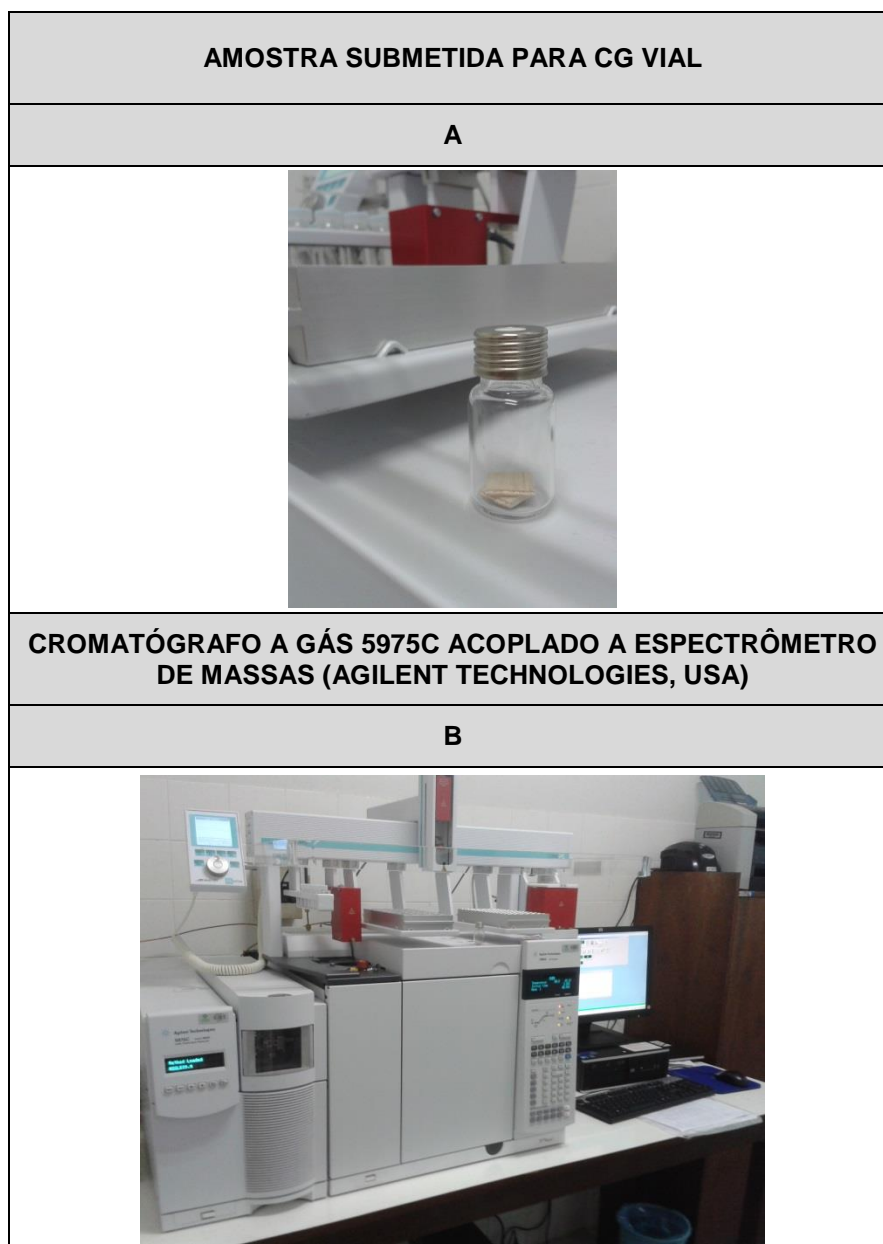
A figura 58 apresenta a fotografia do suporte de madeira impregnado com carreadores micro e nanoestruturados pelo sistema de impregnação de pistola, resultando em amostras cortadas com dimensões de (1 cm x 1 cm) que, após serem impregnadas, foram submetidas a testes de cromatografia à gás.

Figura 58 – Amostra submetida ao teste de cromatografia à gás (CG). Fotografia após impregnação



As amostras submetidas ao teste de CG (Cromatografia Gasosa) possuem dimensões de 10 cm x 20 cm, cortados em pedaços quadrados de 1 cm x 1 cm. Foram impregnadas por pistola a uma pressão de 4 BAR, sendo 15mL de emulsão em uma face e 15 mL na outra face. Logo após a impregnação, foram secadas ao tempo e submetidas ao teste, conforme pode ser verificado na figura 59.

Figura 59 – Equipamento de cromatografia à gás (CG) Cromatógrafo a gás 5975C acoplado a espectrômetro de massas (Agilent Technologies, USA)



Fonte: Laboratório Galênico da Faculdade de Farmácia UFRGS.

Os primeiros testes de CG foram elaborados em um Cromatógrafo a gás 5975C acoplado a espectrômetro de massas (Agilent Technologies, USA), com Rampa de aquecimento: 100°C (3 minutos) aumento de 20°C/minuto até 200°C, aumento de 40°C/minuto até 300°C. Head-space: 80°C por 5 minutos com temperatura do injetor: 220°C, temperatura da interface: 300°C, temperatura da fonte: 230°C, Temperatura do quadrupolo: 150°C, impacto de elétrons a 70 eV,

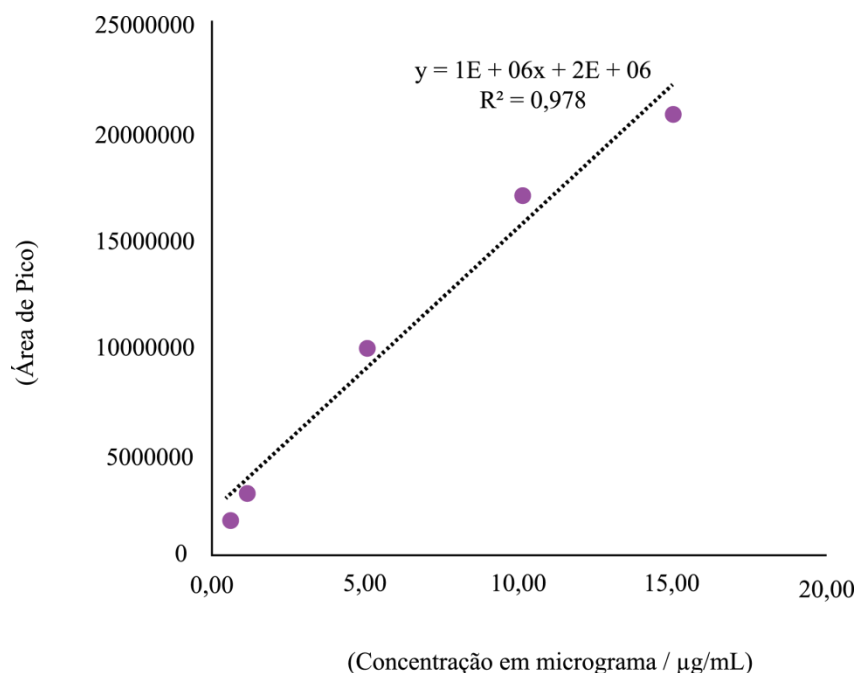
coluna: DB-5 (30 m x 0,25 mm x 0,25 mm), o *software* de análise: GC/MS Data Analysis.

Os segundos testes de CG foram elaborados em cromatógrafo a gás 5975C acoplado a espectrômetro de massas (Agilent Technologies, USA), utilizando-se uma coluna DB-5 (30 m x 0,25 mm x 0,25 mm). A rampa de aquecimento foi ajustada para 60°C (3 minutos) com aumento de 40°C/minuto até 250°C (1 minuto), finalizando a corrida em 8,75 minutos. As temperaturas do injetor, interface, fonte e quadrupólo foram definidas em 220 °C, 300°C, 230°C e 150°C respectivamente. O equipamento operou com impacto de elétrons a 70 eV. Foi utilizado o *software* GC/MS Data Analysis para analisar os dados obtidos.

O equipamento estava acoplado a um sistema de preparo de amostra no módulo *headspace* (CTC Analytics Combipal, Switzerland). As amostras (madeira ou padrão) analisadas são colocadas em *vials* transparentes (Agilent Technologies, USA) de 10 mL e transferidas para o aquecimento a 80°C. Após 5 minutos, uma seringa aspira 1 mL dos voláteis no vial e injeta no cromatógrafo.

Primeiramente, foi montada uma curva-padrão de linalol nas concentrações: 0,5 – 1,0 – 5,0 – 10,0 – 15,0 µg/mL a partir de uma solução-mãe destes dois compostos a 100 µg/mL. Um mL das soluções é colocado no vial, juntamente com dois pedaços de 1 cm² da madeira virgem, para análise no cromatógrafo. O coeficiente de determinação para as curvas-padrão do linalol foi de 0,9780 e 0,9924 respectivamente. As equações das retas obtidas para as duas curvas foram utilizadas para calcular as concentrações obtidas no doseamento das amostras de madeira impregnada e no doseamento das formulações utilizadas para a impregnação. O resultado da percentagem de linalol pode ser verificada na figura 60.

Figura 60 – Resultado da percentagem linalol



Fonte: Laboratório Galênico da Faculdade de Farmácia UFRGS.

As figuras 61(A e B) e 62 (C e D) a seguir exemplificam os cromatogramas das análises de madeira impregnada com CLM e CLM e respectivos espectros de massas dos compostos majoritários. Assim, a partir da análise de cada amostra, foram obtidos cromatogramas (como os mostrados abaixo), que geraram picos e espectros de massas, que permitem a identificação/quantificação dos compostos majoritários. As áreas dos picos gerados são inseridas na equação no lugar do “y” e, assim, pode-se calcular a concentração de linalol desprendido no momento da análise. A partir do conhecimento da área da madeira utilizada, pôde-se inferir o teor de linalol desprendido em cada tempo, conforme demonstrado no estudo de estabilidade.

Figura 61 – Cromatograma de madeira impregnada com CLM (A); Cromatograma de madeira impregnada com CLN (B)

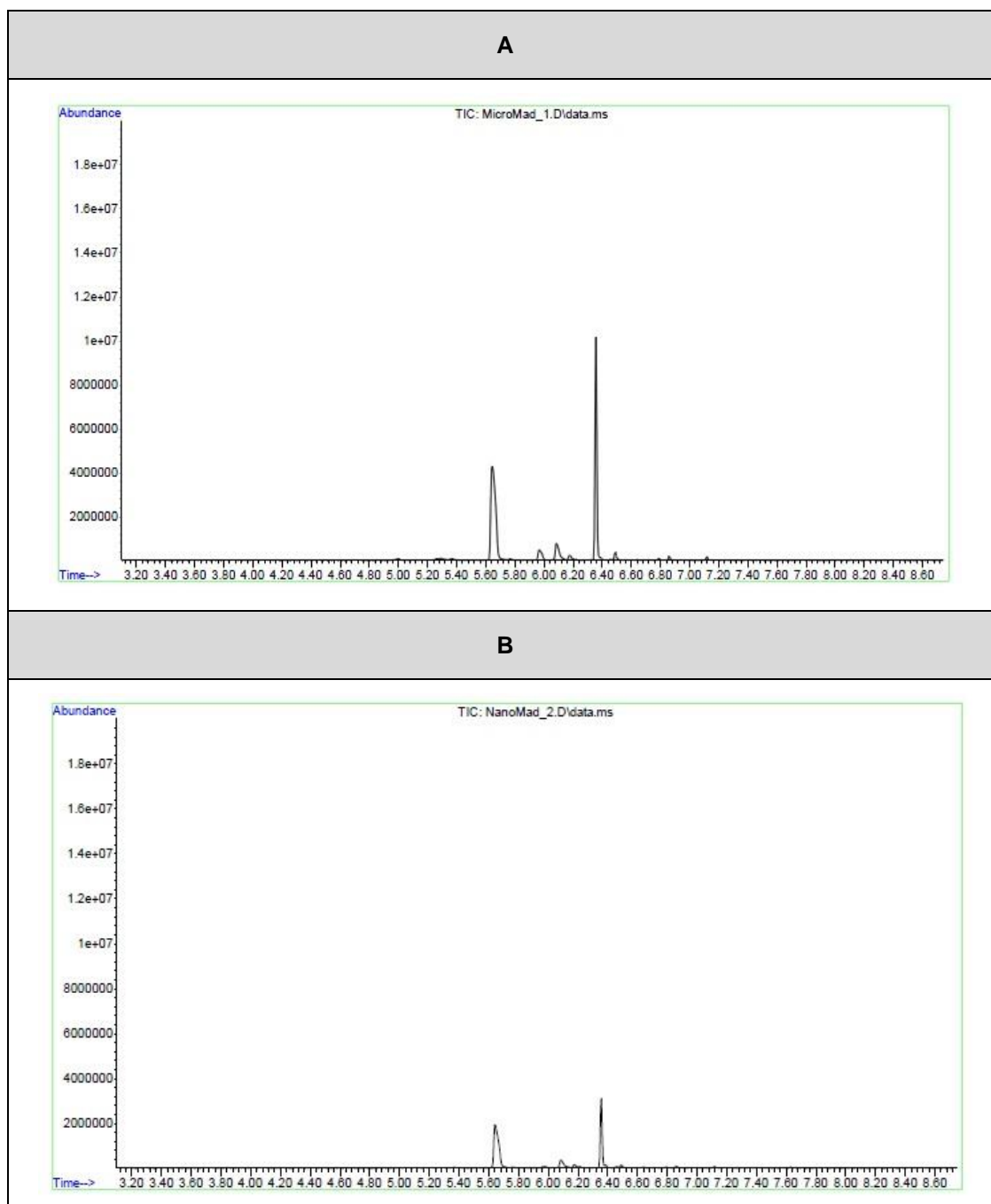
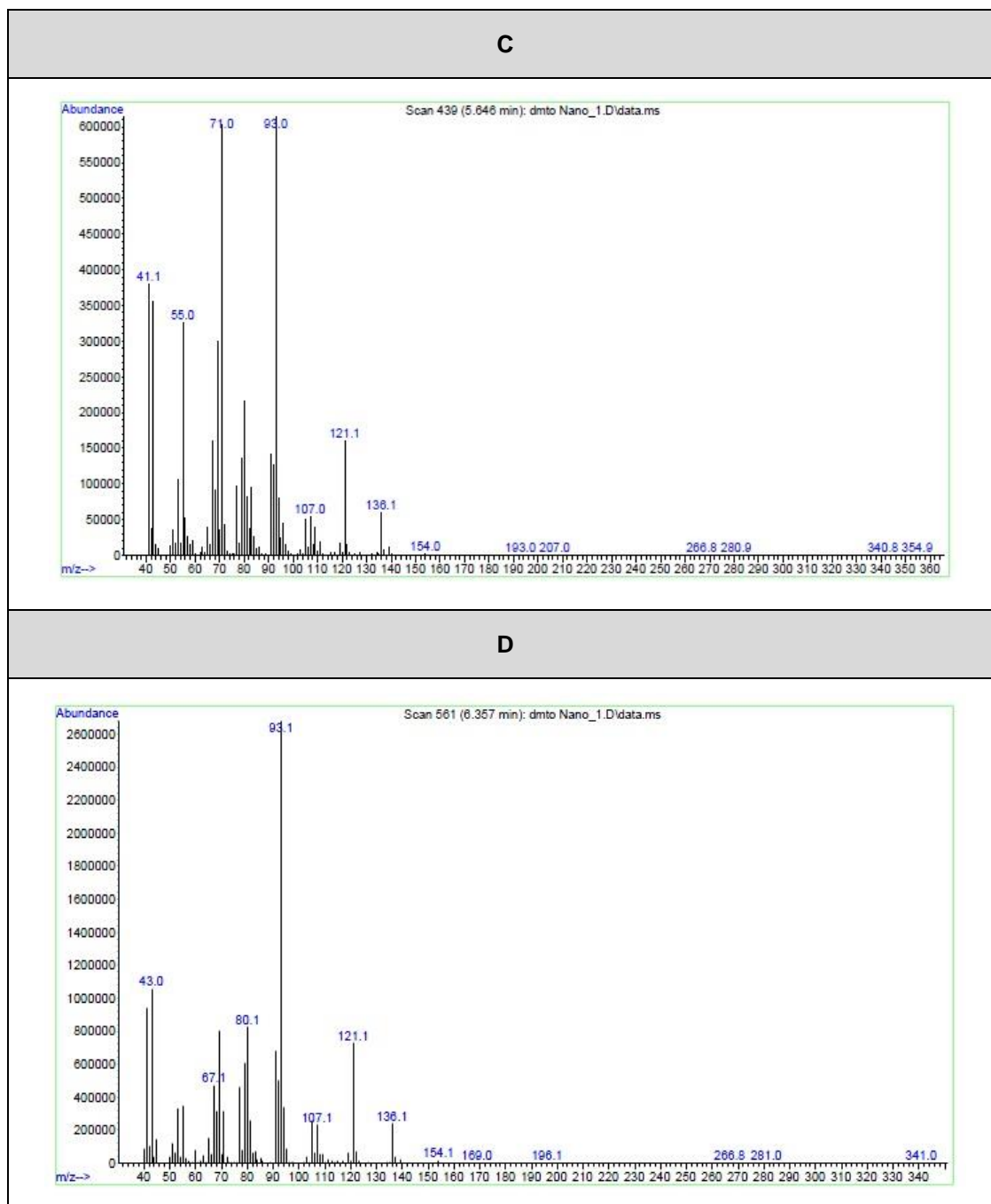


Figura 62 – Espectro de massas do linalol (C), Espectro de massas do acetato de linalila (D)



6.3.1 Análise das Madeiras Impregnadas

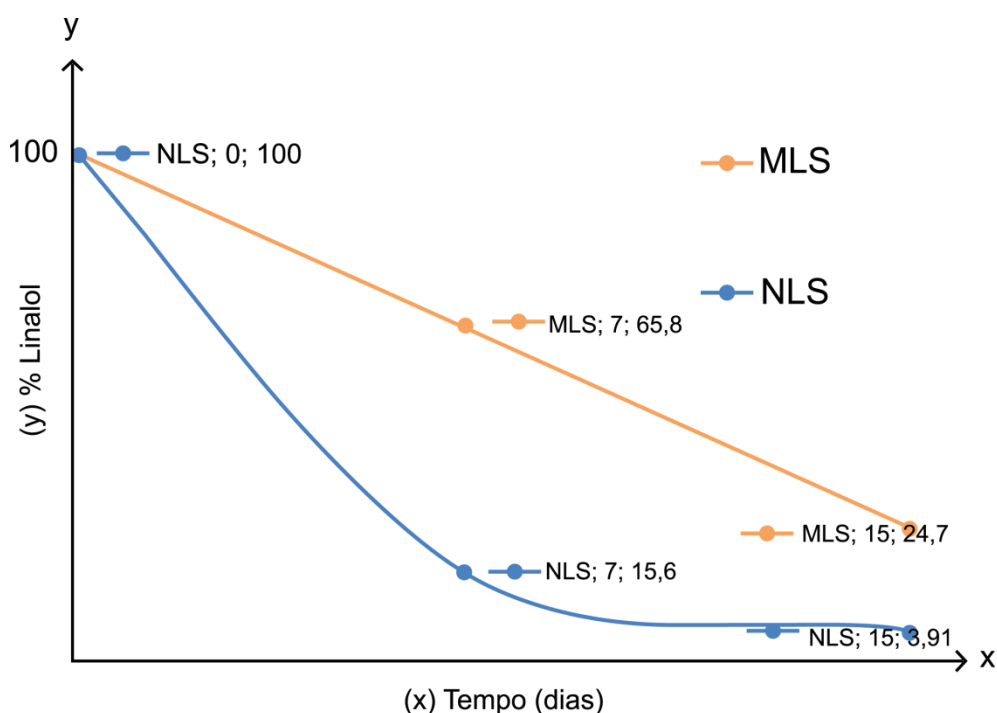
As formulações (micro e nanopartícula lipídica sólida) utilizadas para impregnar a madeira foram doseadas quanto ao teor de linalol em relação ao teor encontrado no óleo. O quadro 11 apresenta os valores obtidos nesta etapa. Salienta-se que a percentagem de teor do óleo pode variar entre 90 e 110 %.

Quadro 11 – Teor (%) de linalol nas formulações de micro e nanopartícula lipídica sólida

MICROPARTÍCULA LIPÍDICA SÓLIDA	NANOPARTÍCULA LIPÍDICA SÓLIDA
Linalol (%)	Linalol (%)
101,5 ± 0,8	95,8 ± 5,1

Após a impregnação, as madeiras foram analisadas nos tempos 0,7 e 15 dias, colocando-se 2 pedaços de 1 cm² no vial. A figura 63 apresenta o perfil da liberação dos voláteis nos tempos analisados, comparados ao tempo 0 (zero).

Figura 63 – Curva de liberação de linalol a partir da madeira impregnada com micro e nanopartícula lipídica sólida



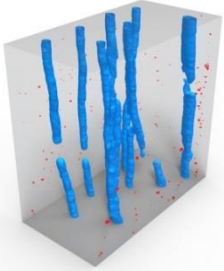
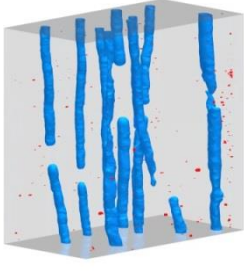


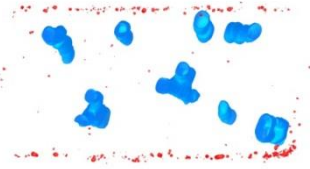
(x,y) → Dias; %Linalol

Conforme pode ser observado na figura 63, o decaimento do teor do marcador principal é maior a partir das nanopartículas, o que pode ser explicado pela maior superfície de exposição.

6.4 RESULTADOS MICROTOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

A amostra impregnada por pistola de CLN (Carreador Lipídico Nanoestruturado) foi submetida ao teste de microtomografia computadorizada pelo Laboratório de BioDesign, na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio). Utilizando o equipamento de microtomografia Zeiss Xradia 510 Versa, o resultado obtido comprova a presença do carreador lipídico nanoestruturado (CLN) na superfície da madeira e nas áreas internas (elementos vasculares compostos por floemas e xilemas), conforme pode ser verificado na figura 64.

Figura 64– Amostra com distribuição interna de CLN onde, na cor azul, podem ser vistos os elementos vasculares compostos por floema e xilemas e, em vermelho, o Carreador Lipídico Nanoestruturado (CLN) (A), Perspectiva (B), Perspectiva Cônica (C), Corte Frontal (D) e Vista Superior (E)

AMOSTRA COM CLN DISTRIBUIÇÃO INTERNA DE CLN	PERSPECTIVA
A	B
	
PERSPECTIVA CÔNICA	CORTE FRONTAL
C	D
	
VISTA SUPERIOR	
E	
	

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

7.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, efetivou-se o desenvolvimento e a aplicação de microcápsulas e carreadores lipídicos micro e nanoestruturados (CLN e CLM) olfativos, contendo óleo essencial de *Lavandula angustifolia*, em suporte de madeira (madeira-balsa) para análise e conhecimento da interface meio-objeto-usuário, elucidando os fatores físicos e perceptivos, com foco no “bem-estar” do usuário através da percepção olfativa e da liberação controlada do aroma e dos componentes ativos.

Este estudo mostrou primeiramente os resultados alcançados quanto ao desenvolvimento e à aplicação de microcápsulas. Estes resultados revelam aspectos de caracterização das microcápsulas satisfatórios quanto às questões morfológicas e dimensionais. Para a aplicação das microcápsulas, foram definidos critérios de dimensionamento adequado, conforme sulcos do suporte (madeira-balsa) e aparência morfológica das microcápsulas. Utilizou-se a madeira-balsa como suporte, com sulcos de aproximadamente 3 a 4 micrometros (μm), e microcápsulas poliméricas cuja variação de tamanho foi de 1.8 micrometros (μm) a 2.3 micrometros (μm). As microcápsulas cerâmicas tiveram uma variação de 1 μm a 8 μm . Os testes elaborados apresentaram melhores resultados quando ocorreu a utilização do surfactante *Tween* 80 para as microcápsulas cerâmicas e poliméricas. Também é importante salientar que a escolha deste tensoativo (*Tween* 80) se deve por esse ser não iônico e amplamente usado.

Quanto à aparência do suporte (madeira-balsa), após a imersão, verificou-se que as microcápsulas permaneceram de forma residual (pó) na superfície. Vale ressaltar que as microcápsulas poliméricas e cerâmicas, quando soltas na superfície, podem ser inspiradas, podendo causar danos à saúde devido aos constituintes como a sílica (*TEOS - Tetraetil ortosilicato*), melamina e formaldeído.

Por esses motivos aventados anteriormente, definiu-se dar sequência no trabalho, em busca de uma solução mais efetiva quanto aos quesitos de aparência e também quanto ao “bem-estar” do usuário na interface com o produto. A solução

encontrada estabeleceu-se no desenvolvimento de carreadores lipídicos micro e nanoestruturados (CLM e CLN), estabelecendo-se assim a interação entre pesquisadores das duas áreas (*Design* e Farmácia).

Este estudo mostrou que a elaboração de carreadores lipídicos nano e microestruturados para a aplicação de produtos elaborados em madeira torna-se um diferencial no que tange ao *design* com interface na área da farmácia. Os resultados alcançados no presente trabalho superaram as expectativas iniciais e revelaram aspectos de caracterização das microcápsulas e carreadores lipídicos micro (CLM) e nanoestruturados (CLN) satisfatórios quanto às questões morfológicas, dimensionais e volatilização dos princípios ativos.

Em relação à aparência do suporte (madeira-balsa), após a imersão, verificou-se que os carreadores lipídicos alcançaram um resultado interessante, uma vez que o lipídio orgânico utilizado foi a cera de abelha, resultando em uma aparência lustrosa do suporte (madeira). Além disso, os carreadores não permaneceram de forma residual na superfície como, por exemplo, o “pó” que se apresenta nas microcápsulas.

Diante da revisão bibliográfica referenciada, a literatura não delinea relatos de estudos anteriores sobre esse sistema desenvolvido quando se trata de *design* de produtos. Pode-se verificar a presença de inúmeros estudos na área da Farmácia quando falamos de micro e nanocápsulas ou carreadores lipídicos nano e microestruturados que contenham, no seu núcleo, óleo essencial ou qualquer outro medicamento, que preze pelo bem-estar humano. Porém, a aplicação destas em suportes como a madeira é inédito. Além disso, a interação entre pesquisadores destas duas áreas, para desenvolvimento de produtos, que, na sua composição, não utilize elementos prejudiciais à saúde e ao bem-estar humano, ainda é incipiente.

Todo este trabalho desencadeou um produto final, a saber: o relatório de patente. Este relatório foi registrado no SEDETEC/UFRGS, diante de uma análise detalhada de patentes existentes e estudos relacionados a Carreadores Lipídicos Nanoestruturados (CLN) ou Microestruturados (CLM). Percebe-se que todos têm um foco na aplicação terapêutica do ser humano por inalação, uso tópico ou ingestão. O foco do presente relatório submetido está baseado na impregnação de madeiras,

com o óleo volátil e o desprendimento gradual de seu aroma (compostos voláteis) ao longo do tempo.

Os carreadores lipídicos nanoestruturados (CLN) são um tipo de nanopartícula lipídica sólida (NLS) em que há uma mistura de óleo líquido e sólido no carreador. No presente trabalho, o óleo líquido é o próprio óleo volátil, enquanto que o sólido é uma cera que é usualmente empregada para lustrar a madeira; no caso, representada pela cera de abelha, podendo ser outra. O desenvolvimento de CLN ou NLS é bastante descrito na área farmacêutica para encapsulamento de princípios ativos. No caso, reforça-se que a inovação está em aplicar esse tipo de sistema na área de design/materiais, especificamente madeiras, onde o caráter lipídico do material confere uma vantagem sob o ponto de vista estético, ao mesmo tempo que funcional (de liberação do aroma). Não foi observado nos sistemas patenteados que citam a lavanda a composição/estrutura dos sistemas propostos neste estudo de doutorado. Importante salientar que a volatilização do óleo inicia a uma temperatura ambiente, tornando importante o monitoramento da temperatura adequada não ultrapassar 50°C, pois, segundo Radünz *et al.* (2006), acima desta temperatura existe uma perda no teor do óleo. Este fator se torna importante quando se vislumbra uma produção industrial do carreador e sua aplicação.

Os suportes impregnados foram submetidos a alguns testes como, por exemplo, a microtomografia. Neste teste, verificou-se a presença dos carreadores lipídicos nanoestruturados (CLN) tanto na superfície externa do suporte quanto na área interna da amostra, em menor quantidade. Também houve testes de cromatografia à gás, o qual permitiu observar um controle gradual da volatilização dos componentes ativos do CLN e CLM. Esse tipo de teste já vem sendo utilizado com sucesso no estudo da volatilização de componentes ativos de óleos voláteis, simulando um “nariz”, no caso do nosso estudo. As amostras foram impregnadas pelo método de pistola e submetidas à cromatografia à gás, para monitoramento do desprendimento do linalol, principal marcador do óleo, sendo 150 amostras impregnadas com carreadores lipídicos microestruturados (CLM) e 150 impregnadas com carreadores lipídicos nanoestruturados (CLN). A hipótese da diferenciação de grau de volatilização dos carreadores conforme o tamanho (nano vs micro) se comprova quando observa-se que o decaimento do teor do marcador principal é

maior a partir dos CLN, o que pode ser explicado pela maior superfície de exposição. As questões referentes à liberação do óleo essencial, distribuição homogênea do volátil no produto, aspecto estético e aroma foram alcançadas conforme previsto inicialmente.

Outra questão relevante é que o emprego da técnica de homogeneização à alta pressão (HAP) poderá encarecer o processo. Por esse motivo, e em função dos resultados obtidos na cromatografia à gás, os quais mostram um declínio rápido dos componentes ativos dos CLN em relação aos CLM, chega-se à conclusão de que a impregnação em suportes de madeira com carreadores lipídicos microestruturados é satisfatória pela performance analisada e pelos tamanhos dimensionais alcançados. Quanto ao quesito impregnação, diante dos sucessivos testes efetivados ao longo do processo, a saber, impregnação à vácuo, por imersão e por sistema de pistola, conclui-se que o sistema de pistola apresentou o melhor resultado e condiz com as práticas de pintura e impregnação já utilizadas pela indústria, podendo desta forma facilitar o processo.

7.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Novas frentes podem ser abertas quando falamos de CLM. Pode-se alterar o tipo de óleo utilizado ou o componente ativo, mudança de parâmetros para uma retenção dos componentes ativos por mais tempo. Pode-se também, nos carreadores lipídicos, aumentar a concentração dos componentes ativos. Seria interessante uma análise aprofundada da percepção do usuário em relação à interface-usuário-produto quanto ao desempenho olfativo e cognitivo destes usuários na interface com o produto impregnado, podendo alterar os componentes e até adicionar diferentes óleos essenciais necessários à correção de uma determinada patologia.

A seleção dos materiais para um desenvolvimento de um produto torna-se primordial quando sabemos que este será tocado, utilizado e experimentado pelo usuário. O *design* poderia abrir novas possibilidades de estudo, estreitando “laços” com diferentes campos de competência como, por exemplo, a Farmácia, a Botânica,

a Neurociência, entre outras. Para finalizar, delineiam-se alguns fatores importantes que poderiam ser relevantes para outras investigações tanto em tecnologia quanto em pesquisas básicas, a saber:

a) Alterar parâmetros para alcançar uma permanência maior dos componentes ativos no material impregnado. Esse fator é bastante importante quando o objetivo é a permanência dos componentes ativos e do aroma por mais tempo;

b) Testar a impregnação dos carreadores em diferentes materiais orgânicos. Estes testes visam ampliar a variedade de suportes impregnados;

c) Avaliar os usuários submetidos à interface com o produto impregnado e analisar os aspectos perceptivos envolvidos;

d) Desenvolver brinquedos, objetos de decoração ou outros materiais de madeira impregnada com ativos da *Lavandula angustifolia* para avaliação da interface de usuários imunodepressivos.

REFERÊNCIAS

ACHARYA, G.; SHIN, C. S.; MCDERMOTT, M.; MISHRA, H.; PARK, H.; KWON, I. C.; PARK, K. 2010. The hydrogel template method for fabrication of homogeneous nano/microparticles. **Journal of Controlled Release**, 141 (2010) 314-319.

ALEXANDER, M. **Aromatherapy & Immunity**: How the use of essential oil AIDS Immune Potentiality. In: FOUR PARTES, Part 1, (2001) – How Essential Oil Odourants Affect Immune Potentiality. Harcourt Publishers LTD, 2001. v. 11, n. 2.

ALMEIDA, M.; ALMEIDA R, HIRUMA C, BARBOSA-FILHO J. **Analgesic effect of rotundifolene in rodents**. *Fitoterapia* 1 1996; 67 (4):334-9.

AMARAL, B. M. **Capacidade de regeneração óssea de biomateriais em defeito crítico de calvária**: Análise Histológica e Microtomografia Computadorizada. Programa de Pós-Graduação Interunidade Bioengenharia – Universidade de São Paulo. 2013.

ANANDARAMAN, S.; REINECCIUS, G. A. **Stability of encapsulated orange peel oil**. *Food Technology*, v. 40, n. 11, p. 88-93, 1986.

ANDERSON, A. K.; CHRISTOFF, K.; STAPPEN, I. **Dissociated neural representations of intensity and valence in human olfaction**. *Nat Neuroscience* 2003. 6:196-202.

AOKI, Akihiro; WAKAMATSU, Kasaburo; SHINOARA, Shigeo; TAKASU, Osamu. **Composition for external use**. US 2011/0081429 A1, abr. 2011.

APOSTILA AULAS DE ANÁLISE INSTRUMENTAL. (2013/1 – PPGEM – UFRGS).

ASBAHABI. *et al.* 2015. **Essential oils**: From extraction to encapsulation. *International Journal of Pharmaceutics*: 483 (2015) 220-243. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/ijpharm>. Acesso em: 10 jun. 2014.

ASHBY, M.; JOHNSON, K. **Materiais e Design**: Arte e Ciência da Seleção de Materiais no Design de Produto. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

ATTAMA, Antony A.; MULLER-GOYMANN, C. C. **Effect of Beeswax Modification on the Lipid Matrix and Solid Lipid Nanoparticle crystallinity**. 2008. *Colloids Surf. A Physicochem Eng. Asp* 351 (1-3):189-195.

AUTOR DESCONHECIDO. **Essential oil composition for sleep supplementation and/ or introduction, and agent for sleep supplementation and/or introduction**. JP2000355545.

AUTOR DESCONHECIDO. **One kind has the health nursing volatile oil of sedative activity.** CN103830440, jun. 2014.

BADULESCU, R.; VIVOD, V.; JAUSOVEC, D. & VONCINA, B. 2008. **Grafting of ethylcellulose microcapsules onto cotton fibers.** Carbohyd. Polym, 71, 85-91.

BAKAN, J. A. Microencapsulação. In: LACKMAN, L.; LIEBERMAN, H. A.; KANING, J. L. **Teoria e Prática na Indústria Farmacêutica.** Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1971. v. 2, p. 707-735. Tradução: João F. Pinto; Ana Isabel Fernandes.

BARROS, Maria Catarina Gomes de. **Revestimentos Funcionais de Base Quitosano Desenvolvimento de Aplicações para a Indústria do Calçado.** 2008. Dissertação apresentada à Escola Superior de Tecnologia e de Gestão de Bragança para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Química, Muller, R. H.; Mader, K; Gohla, S; Eur. J. Pharm. Biopharm. 2000, 50, 161.

BASER, K. H. C.; BUCHBAUER, G. (2009). **Handbook of Essential Oils: Science, Technology, and Applications** CRC Press, 991 p.

BECK, J. S. 2005. **Cognitive therapy for challenging problems.** New York: Guilford Press. p. 324.

BERKARDA, B.; BOUFFARD-EYUBOGLU, H.; DERMAN, U. **The effect of coumarin derivatives on the immunological system of man.** Agents Actions, 1983. v. 13, n. 1, p. 50-2.

BILIA, Anna Rita; GUCCIONE, Clizia; ISACCHI, Benedetta; RIGHESCHI, Chiara; FIRENZUOLI, Fabio, and BERGONZI, Maria Camilla. (2014). **Essential Oils Loaded in Nanosystems: A Developing Strategy for a Successful Therapeutic Approach.** Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. v. 2014, Article ID 651593, 14 p. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1155/2014/651593>> Hindawi Publishing Corporation.

BLASI, Paolo; GIOVAGNOLI, Stefano; SCHOUBBEN, Aurélie; RICCI, Maurício; ROSSI, Carlo. **Solid lipid nanoparticles for targeted brain drug delivery.** Department of Chemistry and Technology of Drugs, School of Pharmacy, University of Perugia, Via del Liceo 1, 06123 Perugia, Italy Received 21 November 2006; accepted 24 april 2007, Available online 22 may 2007, Advanced Drug Delivery Reviews 59 (2007) 454-477.

BLUMENTHAL, Mark. Blumenthal (Ed.), **The complete Commission E monographs: Therapeutic guide to herbal medicine,** American Botanical Council, Austin, TX, 1998.

BLUMENTHAL, Mark. *et al.* **The Complete German Commission e Monographs: Therapeutic Guide to Herbal Medicines.** Elsevier Health Sciences, 01 abr. 1999. 685p.

BODMEIER, R.; CHEN, H. **Preparation of biodegradable Poly lactide microparticles using a spray-drying technique.** J. Pharm. Pharmacol. London, v. 40, p. 754-777, 1998.

BONDI, M. L.; AZZOLINA, A.; CRAPARO, E. F.; LAMPIASI, N.; CAPUANO, G.; GIAMMONA, G.; CERVELLO, M. **Novel cationic solid-lipid nanoparticles as non-viral vectors for gene delivery.** J. Drug Targeting, v. 15, p. 295-301, 2007.

BONFILIS, P. **Les troubles du goût et de l'odorat.** Paris: Société française d'ORL et de chirurgie de la face et du cou. 1999, 464 p.

BONIFÁCIO, Bruna V.; SILVA, Patricia B.; RAMOS, Matheus A. S.; NEGRI, Kamila M. S.; BAUAB, Taís M.; CHORILLI, Marlus. 2013. **Nanotechnology-based drug delivery systems and herbal medicines: a review.** School of Pharmaceutical Sciences, Postgraduate Program in Pharmaceutical Sciences, São Paulo State University, Araraquara, Brazil International Journal Of Nanomedicine. International Journal of Nanomedicine. 2014:9 1-15.

BRADEN. *et al.* 2009. **The use of the essential oil lavandin to reduce preoperative anxiety in surgical patients.** Journal of Perianesthesia Nursing 24 (6), 348-355.

BRADLEY, B. F.; STARKEY, N. J.; BROWN, S. L.; LEA, R. W. **Anxiolytic effects of *Lavandula angustifolia* odour on the Mongolian gerbil elevated plus maze.** *Journal of Ethnopharmacology.* 2007; 111(3):517-525, PMID: 17289317.

BRADLEY. *et al.* 2009. **Effects of orally administered lavender essential oil on responses to anxiety-provoking film clips.** Human Psychopharmacology 24 (4), 319-330.

BRIAND, L.; ELOIT, C.; NESPOULOUS, C. **Evidence of an odorant-binding protein in the human olfactory mucus: location, structural characterization, and odorant-binding properties.** Biochemistry, 2002. 41:7241-52.

BRITO, A. M. G.; RODRIGUES, S. A.; BRITO, R. G.; XAVIER-FILHO, L. (2014) **Aromaterapia: da gênese a atualidade.** Rev. Bras. Pl. Med., Campinas, v. 15, n. 4, p. 789-793, 2014.

BRUM, L. F. S. *et al.* 2001. **Effects of linalool glutamate release and uptake in mouse cortical synaptosomes.** Neurochem Res 26:191-194.

BUCHBAUER, G. **Methods in Aromatherapy Research.** Perf Flav: 1996. n. 21, p. 31-6.

BUCK, L.; AXEL, R. **A novel multigene family may encode odorant receptors: a molecular basis for odor recognition.** Cell, 1991. n. 65, p. 175-83.

BUCKLE, J. Clinical Aromatherapy and AIDS. **Journal of the association of nurses in aids care**, v. 13, n. 3, may/june 2002, 81-99.

BUCKLE, J. The use of essential oils for outcomes that are measurable. The definition of essential oils is also very specific: "Essential oils are the steam distillate of aromatic plants. **Journal of the Association of Nurses in Aids Care**. v. 13, n. 3, p. 1-1, 2002.

CAMPOS, F. P. et al. 2003. **Utilização da Tecnologia de Alta Pressão no Processamento de Alimentos**. Braz. J. Food Technol., v. 6, n. 2, p. 351-357.

CARVALHO, F. **Matéria: ie 607 a - medidas para caracterização e análise de materias: 001192**. Professores: Dr. Furio Damiani e Dr. Peter Jurgen Tatsch Microscopio de Tunelamento com Varredura (STM) e Microscópio de Força Atômica (AFM) 2012. Disponível em: <http://www.dsif.fee.unicamp.br/~furio/ie607a/stm_afm.pdf>. Acesso em: 02. mar. 2014.

CAVANAGH, H. M.; WILKINSON, J. M. **Biological activities of lavender essential oil**. Copyright 2002 John Wiley & Sons, Ltd. PMID: 12112282 PubMed - Indexed for MEDLINE, Phytother Res. 2002. jun., 16(4):301-8.

CHAROENPUTTAKUN P.; PAMORNPATTHOMKUL B.; OPANASOPIT, P.; ROJANARATA, T.; AND NGAWHIRUNPAT, T. **Terpene Compositd Lipid Nanoparticles for Enhanced Dermal Delivery of All-trans-Retinoic Acids**. 2014. The Pharmaceutical Society of Japan. Faculty of Pharmacy, Silpakorn University; Nakhon Pathom 73000, Thailand. Received January 8, 2014; Accepted april 23, 2014; advance publication released online may 3, 2014, july 2014 Biol. Pharm. Bull. 37(7) 1139-1148 (2014) 1139.

CHEN Q. *et al.* **Genetic basis and molecular mechanism for idiopathic ventricular fibrillation Nature**. 1998, mar 19; 392 (6673):293-6.

CHEN-YU G.; CHUN-FEN Y.; QI-LU L. **Development of a quercetin-loaded nanostructured lipid carrier formulation for topical delivery**. International Journal Pharmacy. v. 430, 292-298, 2012.

CHRISTOPHER, D. E.; MOHAN, V. J. Solubility and Adhesion Characteristics of Plasma Polymerized Thin Films Derived from *Lavandula angustifolia* Essential Oil. **Electronic Materials Research Lab.**, Australia, 2009. **Codes for odors**. Cell, 1999. n.96, p. 713-23.

CORAZZA, S. **Aromacologia**: uma ciência de muitos cheiros. 3. ed. São Paulo: Editora Senac, 2010.

COSTA, Rodolfo R.D; ROSSI, Wagner S; RAFFAINER, Carolina B; ROLDO, Liane; KINDLEIN, Wilson. **The insertion of olfactive microcapsules in several material with advantage for product innovation**. Int. Conf. Integration of design, engineering & Management for innovation. Portugal, setembro 2013. Disponível em: <http://www.academia.edu/7990673/App_project_for_city_explorations_through_musical_history_and_interactivity>. Acesso em: 10 mai. 2015.

COULSON, H.; KHAN, A. S. ALI. **Facial 'pillow' dermatitis due to lavender oil allergy**. v. 41, Issue 2, p. 111, august 1999.

COULSON, IH; KHAN, AS. 1999. **Facial Pillow dermatitis due to lavender oil allergy**. Contact dermatitis 41:111.

COUVREUR, P.; ROLAND, M.; SPEISER, P. **Biodegradable submicromic particles containing a biologically active and composition containing them**. US Patent: 4329332, 1982.

CUNHA, A. P; ROQUE, O.R & NOGUEIRA, MT. **Plantas Aromáticas e Óleos Essenciais: composição e aplicações**. Lisboa, 2012.

CUNHA, M. G. G.; GONZALEZ, C. I. M.; CARVALHO, F. F. R. DE; SOARES, A. T., 2012. **Effect of diets containing whole cottonseed on the quality of sheep semen**. Acta Sci. Anim. Sci. Maringa, 34 (3): 305-311.

CUTTING, J; KOZLOWSKI, L. Recognizing Friends by Their Walk: gait perception without familiarity cues. **The Psychonomic Society**. Madison. p. 353-356. 1997.

DAMÁSIO, A. **O Erro de Descartes**. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

DAMÁZIO, V.; MONT'ALVÃO, C. **Design, ergonomia e emoção**. Rio de Janeiro: FAPERJ, 2008.

DALLA COSTA, Rodolfo Rolim. **Inserção de microcápsulas no processo de impressão a jato de tinta líquida por sistema termoeletrico**. 2013. Prof^a. Dr^a Liane Roldo.

DÉBAT, H.; ELOIT, C.; BLON, F. *et al.* **Identification of human olfactory cleft mucus proteins using proteomic analysis**. J Proteome Res 2007. 6:1985-96.

DEMMS, DA; DOTY, RL; SETTLE, G, *et al.* **Smell and taste disorders, a study of 750 patients from the University of Pennsylvania Smell and Taste Center**. Arch Otolaryngol Head Neck Surg, 1991. 117:519-28.

DIAS M. R. A. C. 2009. **Percepção dos materiais pelos usuários: modelo de avaliação Permatius**. Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento - EGC, Tese de Doutorado.

DISCHINGER, M. **Designing For All Senses**: accessible spaces for visually impaired citizens. 2000. 260 f. School of Architecture, Chalmers University of Technology, Goteborg, Sweden, 2000. Disponível em: <<http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/1233/1233.pdf>>. Acesso em: 02. jun. 2014.

DOSSEY, B.; FRISCH, N., FORKER, J., & LAVIN, J. 1998. Evolving a blueprint for certification. **Journal of Holistic Nursing**, 16 (1), 33-56.

DURAN, Nelson; MATTOSO, Luiz H.C; MORAIS, Paulo César de. **Nanotecnologia**: introdução, preparação e caracterização de nanomateriais e exemplos de aplicação. São Paulo: Artliber Editora Ltda, 2012.

EASTON, Christopher D.; JACOB, Mohan V. **Solubility and Adhesion Characteristics of Plasma Polymerized Thin Films Derived from *Lavandula angustifolia* Essential Oil**. Electronic Materials Research Lab. School of Engineering and Physical Sciences, James Cook University, Townsville 4811, Australia. Disponível em: <www.interscience.wiley.com>. Acesso em: 02. mar. 2014.

EKMAN, P.; SORENSON, E. R.; FRIESSEN, W. V. **Pan-cultural elements in facial displays of emotion**. Science: 1969. 164:86-8.

FAIVRE, H. **Odorat et humanité en crise à l'heure du déodorant parfumé**: pour une reconnaissance de l'intelligence du sentir. Paris: L'Harmattan: 2001. 238 p.

FAIVRE, P.; PORTIER, F.; BIACABE, B.; BONFILS, P. **Anosmie secondaire à une rhinite aiguë: sémiologie et évolution à propos d'une série de 118 patients**. Ann Otorinol Chir Cervicofac, 1999. 116:351-7.

FASIHI, Amer. **Complementary medicine**.v. 2. Financial Times, London, 1996.

FENG, *et al.* Preparation and characterization of solid lipid nanoparticles loaded with frankincense and myrrh oil. **International Journal Of Nanomedicine**, Shanghai, p. 2033-2043, 2012.

FERREIRA, Ana R. A. 2014. **Uso de óleos essenciais como agentes terapêuticos**. Dissertação de Mestrado da Universidade Fernando Pessoa Faculdade de Ciências da Saúde Porto.

FINCH, C. A. 1990. **Microencapsulation**, In: Elvers, B.; Hawkins, S.; Schulz, G Olmann's Enciclopédia Industrial Chemistry, 5th. Ed Weinhein: Verlagsgssells A 16, 575-588.

FINCH, C. A. Polymers for microcapsule walls. 1990. Chem. Ind. 1985; 22:752-756.
8. Li SP, Kowarski CR, Feld KM and Grim WM **Recent advances in microencapsulation technology and equipment**. Drug Dev. Ind. Pharm., 1988; 14: 353-376.

FRISCH, Michael B. **Clinical Psychology: Science and Practice**. v. 5, Issue 1, p. 19-40, march 1998.

FULBRIGHT, R. K.; SKUDLARSKI, P.; LACADIE, C. M. **Functional MR imaging of regional brain responses to pleasant and unpleasant odors**. Am J Neuradiol 1998. 19:1721-6.

GARLET, T.M.B; SANTOS, O.S; MEDEIROS, S.L.P; MANFRON, P.A; GARCIA, D.C; SINCHAK, S.S. 2007. **Crescimento e teor de óleo essencial de mentas com diferentes concentrações de potássio na solução nutritiva**. Horticultura Brasileira 25: 230-237.

GASPARI M. D. P. E.; DIAS R. J. (2013). **Análise comparativa de carreadores lipídicos nanoestruturados (CLN) e nanopartículas sólidas (NLS) como veículo para incorporação de quercetina**. SIICUSP 21 O Simpósio Internacional de Iniciação Científica e Tecnológica da USP.

GHOSH, S. K. **Functional coatings: by polymer microencapsulation**. Weinheim: Wiley-VCH, 2006.

GIBSON, J. J. **The Senses Considered as Perceptual Systems**. London: Allen and Unwin, 1968.

GINER, Victor C, SIERRA, Miguel G, SIERRA, Barbara G. MOSER, Martha. **Continuous multi-microencapsulation process for improving the stability and storage life of biologically active ingredients**. 2014. Disponível em: <<http://www.google.com/patents/US8685446>>. Acesso em: 01. jul. 2014.

GIUNCHEDI, P.; CONTE, U. **Spray-drying as a preparation method of microparticulate drug delivery systems: overview**. STP Pharm. a Sci., Paris, v. 5, p. 276-290, 1995.

GNATTA, Juliana R. *et al.* **Aromatherapy with ylang ylang for anxiety and self-esteem: a pilot study**. Rev. Esc. Enferm. USP [online]. 2014, v. 48, n. 3, p. 492-499. ISSN 0080-6234. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0080-623420140000300015>>.

GODINHO, Robson B.; BOTTOLI, Carla B. **Avaliação de fragrância em detergente em pó por microextração em fase sólida e cromatografia gasosa**. Departar de Química Analítica. Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas UNICAMP. Campinas, SP, 2014.

GOLDENSTEIN, Hélio. **Microscopia Óptica**. Disponível em: <http://www.angelfire.com/crazy3/qfl2308/1_multipart_xF8FF_6_Microscopia_otica.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2011.

GOLEMAN, D. **La Inteligencia Emocional**: Por Qué es más importante que el cociente intelectual. Buenos Aires: Editora Javier Vergara, 2000.

HABELY, L. B. Comparative aspects of olfactory cortex. In: JONES, E.G; PETERS, A (Ed). **Cerebral cortex**: Comparative structure and evolution of cerebral cortex. New York: Plenum Press: 1990.

HALL, Robert E. 2005. **The Amplification of Unemployment Fluctuations through Self Selection**. NBER Working Papers. National Bureau of Economic Research, Inc.

HAMMAD, Umer. *et al.* Microencapsulation: Process, Techniques and Applications. **International Journal of Research in Pharmaceutical and Biomedical Sciences**, India, v. 2, 2011.

HAMMAD, Umer. *et al.* **Review Paper Microencapsulation**: process, techniques and applications.

HAN, Su-Kang. **Cosmetic composition containing a Cypress essential oil complex as an active ingredient for enhancing memory and improving cognitive dysfunction**. US 2013/0115318 A1, mai. 2013.

HANCOCK, P.; PEPE, A.; MURPHY, L. Hedonomics: The Power of Positive and Pleasurable Ergonomics. **Ergonomics in Design**. Winter, 2005. v. 13, n. 1, p. 8-14.

HANSEL, H. C.; POPOVICK, N. C.; ALLEN JUNIOR, L. V. **Farmacotécnica**: formas farmacêuticas e sistemas de liberação de fármacos. 6. ed. São Paulo: Premier, 2000. 586 p.

HARBORNE, J. B. **Flavonoids**: Advances in Research since 1980. New York: Chapman & Hall, 1988.

HAROUN, A. A.; EL-HALAWANY, N. R. **Encapsulation of bovine serum albumin within β -cyclodextrin/gelatin-based polymeric hydrogel for controlled protein drug release**. IRBM, 2010.

HELANDER, M.; THAM, M. P. **Hedonomic**: affective human factors design. Ergonomics, 2003. v. 46, n. 13/14, p. 1332-1345.

HILTERMAN, Karina Anna. **Composição de ervas**. WO2006/032091 A2, mar. 2006.

HIRECH, K.; PAYAN, S.; CARNELLE, G.; BRUJES, L.; LEGRAND, J. 2003. **Microencapsulation of an insecticide by interfacial polymerization**. Powder Technology, 130, (2003) 324-330.

HOARE, J. **The Complete Aromatherapy Tutor**. Londres: Octopus Publishing Group Ltd, 2010.

HOSSAIN, S. J.; AOSHIMA, H.; KODA, H.; KISO, Y. 2004. **Fragrances in oolong tea that enhance the response of GABAA receptors**. *Biosci Biotechnol Biochem* 68: 1842-1848.

HOWARD, S.; HUGHES, B. M. 2008. **Expectancies, not aroma, explain impact of lavender aromatherapy on psychophysiological indices of relaxation in young healthy women**. *British Journal of Health Psychology* 13 (Pt 4), 603–617.

HU, F. Q.; JIANG, S. P.; DU, Y. Z.; YUAN, H.; YE, Y. Q.; ZENG, S. **Preparation and characteristics of monostearin nanostructured lipid carriers**. *International of JOURNAL PHARMACEUTICS*. v. 314, n. 1, p. 83-89, 2006.

JORDAN, P. W. **Designing Pleasurable Products**. London: Taylor & Francis, 2000.

KAGE H.; KAWAHARA H.; HAMADA N.; KOTAKE T. Ogura H. **Operating conditions and microcapsules generated by in situ polymerization**. *Advanced Powder Technol.* 13:3 (2002) 265-285.

KAGE, K. *et al.* 2002. **Alteration of dorsal root ganglion P2X3 receptor expression and function following spinal nerve ligation in the rat**. *Exp. Brain Res.* 147, 511-519.

KELLY, J.P.; WRYNN A. S, LEONARD, B. E. **The olfactory bulbectomized rat as a model of depression: an update**. *Pharmacol Ther.* 1997. 74 (3):299-316.

KHALID. H.M. **Embracing diversity in user needs for affective design**. Campinas: Malaysia, 2006. *Applied Ergonomics*, 37-409. p. 418.

KHAYATA, N^{a,b}; ABDELWAHED, W^{a,**}; CHEHNA, M. F^a; CHARCOSSET, C^{b,*}; FESSI, H^b. **Preparation of vitamin E loaded nanocapsules by the nanoprecipitation method: From laboratory scale to large scale using a membrane contactor**. *Pharmaceutical nanotechnology, International Journal of Pharmaceutics* 423 (2012) 419-427.

KHERADMANDNIA, S. *et al.* Preparation and characterization of ketoprofen-loaded solid lipid nanoparticles made from from beeswax and carnaubawax. **Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine**. v. 6, p. 753-759, 2010.

KING, B. M. **Amygdaloid lesion-induced obesity: relation to sexual behavior, olfaction, and the ventromedial hypothalamus**. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 2006. 291:R1201-14.

KNASKO, S.C. 1993. **Performance Mood and Health During Exposure to Intermittent Odours**. *Arch Environ Health*, 48:3058.

KOBER, H.; BARRETT, L. F.; JOSEPH, J.; BLISS-MOREAU, E.; LINDQUIST, K.; WAGER T. D. **Functional grouping and cortical-subcortical inter- actions in emotion**: a meta-analysis of neuroimaging studies. *Neuroimage*, 2008. 42:998-1031.
KOHLENER, C. G.; BARRETT, F. S.; GUR, R. C.; TURETSKY, B. I.; MOBERG, P. J. Association between facial emotion recognition and odor identification in schizophrenia. **Journal Neuropsychiatry**, *Clin Neurosci*, 2008. 19:128-31.

KRIPPENDORF, K. On the Essential Contexts of Artefacts or on the Proposition that "Design is Making Sense (of Things)". In: MARGOLIN, V. Buchanan (Ed). **The Idea of design**. London: The MIT Press, 2001, p. 156-184.

KRITSIDIMA, M.; NEWTON, T.; ASIMAKOPOULOU, K. **The effects of lavender scent on dental patient anxiety levels**: a cluster randomised-controlled trial. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, v. 38, n. 1, p. 83-87, 2010.

KUAN-WEN YEHA^a, CHIH PONG CHANG^b, TAKAO YAMAMOTO^a, TOSHIKI DOBASHI^a. **Release model of alginate microcapsules containing volatile tea-tree oil**. Department of Chemistry and Chemical Biology, Graduate School of Engineering, Gunma University, Kiryu, Gunma 376-8515, Japan^b Department of Textile Engineering, Faculty of Engineering, Chinese Culture University, Taipei 11114, Taiwan 2012.

KUTLU, A. K.; YILMAZ, E. C, EC; EN, D. 2008. **Effects of aroma inhalation on examination anxiety**. *Teaching & Learning in Nursing* 3 (4), 125-130.

LACHMAN, L; LIEBERMAN, H.A; KANIG, J.L. **Teoria e prática na indústria farmacêutica**. Lisboa: Fundação Galouste Goubenkian, 2001.

LAMEIRO, M. G. S. *et al.* **Comparação dos parâmetros físico-químicos de polpas de kiwi nacional e chileno**. UFPel – Universidade Federal de Pelotas, RS. 2007.

LAVIN, Michael R. M. D. **Depression and Anxiety**. v. 4, Issue 5, p. 254-255, 1998.

LAWLESS, J. **Encyclopedia of Essential Oils**. Shaftesbury. UK: Element Books, 1992.

LEITE E SILVA, V. R.; ALMEIDA, M. M.; FRADIN, A.; GRICE, J.E.; ROBERTS, M.S. **Administração de Medicamentos com Aplicação Tópica**. Interface HS revista saúde meio ambiente e sustentabilidade. ISSN 1980-0894 Tradução, v. 8, n. 3, 2013.

LEVY, L. M.; HENKIN, R. I.; HUTTER, A.; LIN, C. S.; MARTINS, D.; SCHELLINGER, D. **Functional MRI of human olfaction**. *J Comp Ass Tomogr*, 1997. 21:849-56.

LINDBERG, B. 1997. **Advisory ruling:** Board of Registration in Nursing Commonwealth of Massachusetts Division of Registration. Boston, 1997.

LIU C. J.; HSIUNG P. C.; CHANG K. J.; LIU Y.; WANG K. C.; HSIAO F. H.; NG SM & CHAN C. (2008). **A study on the efficacy of body-mind-spirit group therapy for patients with breast cancer.** Journal of Clinical Nursing 17, 2539-2549.

LÖBACH, B. **Design Industrial:** bases para configuração dos produtos industriais. São Paulo: Edgard Blücher, 2009.

LU, HUI; LI, HE; LU, HUAN; LI, XIAOLAN; ZHOU, AIGUO. Chemical Composition of Lavender essential oil and its antioxidant activity and inhibition against rhinitis-related bacteria. 2010, **African Journal of Microbiology Research.** v. 4, p. 309-313, 18 february 2010.

MACHADO, Marília. P. **Micropropagação e composição química do óleo essencial de *Lavandula angustifolia* Miller.** 2013. Universidade Federal do Paraná. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1884/32229>>. Acesso em: 01 mai. 2014.

MAGENHEIM, B.; LEVY, M. Y.; BENITA, S. **International. Journal. Pharm.** 1993, 94-115.

MAILHEBIAU, P. **The thymus folder.** Cah Aro: mather, 1995. v. 1, p. 38-60.

MAJI, T.; I. BARUAH, S. DUBE AND M. HUSSAIN. 2007. **Microencapsulation of Zanthoxylum limonella oil (ZLO) in glutaraldehyde crosslinked gelatin for mosquito repellent application.** Bioresource Technology 98(4): 840-844.

MAJI, Tarun K.; HUSSAIN, Md. R. **Journal of Applied Polymer Science.** v. 11, Issue 2, p. 779-785, 15 january 2009.

MALLON, E. B.; BROCKMANN, A.; SCHMID-HEMPEL P. **Immune response inhibits associative learning in insects.** Proc Biol Sci, 2003. 270:2471-3.

MALNIC, B.; HIRONO, J.; SATO, T.; BUCK, L. 2002. **Combinatorial receptor codes for odors.** Cell: 1991, v. 65 p. 175-83.

MALOWAN, S. L. **Zeitschrift für.** Hygiene: 1931. v. 1, n. 1, p. 93.

MARCEL, A. 1983. **Conscious and unconscious perception:** Experiments on visual masking and word recognition. Cognitive Psychology, 15, 197-237.

MARCUZZO, Leciane Cristina. **Obtenção, caracterização e aplicação de microcápsulas em espumas de poliuretano visando o conforto térmico para potencial uso na tecnologia assistiva.** Dissertação mestrado. UFRGS PGDESIGN, 2012

MARTINS. *et al.* **Impact of Dual Infections on Chemotherapeutic Efficacy in BALB/c Mice Infected with Major Genotypes of Trypanosoma Cruzi.** v. 51, n. 9, p. 3282-3289, set. 2007.

MCKIM, Robert H. **Experiences in visual thinking.** Boston: PWS, 1980.

MEGENHEIM, B; LEVY, M.Y; BENITA, S. **International Journal Pharm.** 1993, 94-115.

MEISAMI, E.; MIKHAIL, L.; BAIM, D.; BHATNAGAR, K. P. **Human olfactory bulb: aging of glomeruli and mitral cells and a search for the accessory olfactory bulb.** Ann N Y Acad Sci, 1998. 855:708-15.

MENDES, J.; FARINHA, J.; JOYCE, A.; GIESTAS, M.; HORTA P.; BRITES, M. **Armazenamento de Energia Solar Térmica.** (LNEG).

MENEZES, T. Apostila de AFM e STM – **Microscópio de força atômica e Microscópio de Tunelamento 2012** – (PPGEM- UFRGS).

MITCHELL, S. **Aromatherapy's effectiveness in disorders associated with dementia.** In: J. AROMATHER. v. 5, n. 16, p. 20-3, 1993.

MOGHIMIPOUR, Z.; RAMEZANI, S.; HANDALI, S. Solid Lipid Nanoparticles as a Delivery System for Zataria multiflora Essential Oil: Formulation and characterization. **Current Drug Delivery**, v. 10, p. 151-157, 2003.

MONDAL, S. 2008. **Phase change materials for smart textiles – An overview.** Applied Thermal Engineering, 28, (2008), 1536-1550.

MORAES, Anamaria; MONT'ALVÃO, Claudia. **Ergonomia: conceitos e aplicações.** 3. ed. Rio de Janeiro: Série Oficina, 2002. 132p.

MOTOMURA, N.; SAKURAI, A.; YOTSUYA, Y. 2001. **Reduction of mental stress with lavender odorant.** Perceptual & Motor Skills 93 (3), 713-718.

MÜLLER, R. H.; OLBRICH, C., 2000b. **Neue Adjuvantien in der Impfsofftechnologie.** Pharmazeutische Biotechnologie W. Verlagsgesellschaft. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart, pp. 283-302.

MULLER, R. H.; RADTKE, M.; WISSING, S. A. **Solid Lipidic Nanoparticles (SLN) and nanostructure lipid carriers (NLC) in cosmetic and dermatological preparations.** Adv. Drug. Deliv. Rev., v. 54, Suppl 1, p. S131-S155, 2006.

NASEL, B; NASEL, CH; SAMEX, P; SCHINDLER, E; BUCHBAUER, G. 1994. **Functional imaging of effects of fragrances on the human brain after prolonged inhalation.** Chem Senses 19:359-364. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=TmvkY60iESkC&pg=PA126&lpg=PA126&dq=Nasel+et+al+1994&source=bl&ots=Qc8EHj66fL&sig=Ib08LYo_iTV0S8IZSTS0YqJXbgU&hl=ptBR&sa=X&ei=vjrrVN6tA6OIsQSk8YCgBA&ved=0CDUQ6AEwAw#v=onepage&q=Nasel%20et%20al%201994&f=false>. Acesso em: 15 mai. 2014.

NELSON, G. **Application of microencapsulation in textiles.** G. Nelson / **International Journal Of Pharmaceutics**, Uk, v. 1, p. 55-62, 2002.

NEUMEIER, M. **A Empresa Orientada Pelo Design.** ABDR: Bookman, 2010.

NOMURA, T.; OKINAKA, N.; AKIYAMA, T. **Impregnation of porous material with phase change material for thermal energy storage.** Sapporo: Hokkaido University, 2009.

NORMAN, Donald. **Design emocional: porque adoramos (ou detestamos) os objetos do dia a dia.** São Paulo: Rocco, 2004.

OAK, B. Complex concervation of collagen hydrolysate extracted from leather solid wastes and chitosan for controlled release of lavender oil. **Journal of Envieronmental Management.** Elsevier, jan. 2012.

OCAK, G.; HALBESMA, N.; LE CESSIE, S. *et al.* 2011. **Haemodialysis catheters increase mortality as compared to arteriovenous accesses especially in elderly patients.** Nephrol dial Transplant 26, 2611-2617.

OKAMOTO, Jun. **Percepção ambiental e comportamento: visão holística da percepção ambiental na arquitetura e na comunicação.** São Paulo: Editora Mackenzie, 2002.

OKAMOTO, M. *et al.* 2001. **A House of cards structure in polypropylene/clay nanocomposites under elongational flow.** Nano Lett 1:295-8.

OLBRICH, C. 2002. **Development of Optimised Lipidic Carriers and their Investigation in Biological Systems.** Free University of Berlin. Berlin.

OLIVEIRA W. P. 2015. **Encapsulação de óleos essenciais em carreadores lipídicos: desenvolvimento tecnológico e aplicações.** 2015. Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto (FCFRP). Universidade de São Paulo (USP). Ribeirão Preto, SP, Brasil.

OLNESS, K.; ADER, R. **Conditioning as an adjunct in the pharmacotherapy of Lupus erythematosus.** J Dev Behav Pediatr, 1992. n. 13, v. 2, p. 124-5.

OZAKA. *et al.* **Anti-Retroviral Combination.** US 2011/008429 A1, 2011.

OZEKI, Makoto; YAO, Haruo; OKUBO, Tsutomu; e JUNERA, Lekh RaJ. **Sleep improvement composition.** US 2008/0044499 A1, abr. 2005.

PAHLOW, M. **Living Medicine, The Healing Properties of Plants. How to Prepare and Use Plants with Scientifically Proven Properties.** Northants: Thorsons Publishers Ltd, 1980. 99f.

PALMER, S.E. 1975. **The effects of contextual scenes on the identification of objects.** Memory & Cognition, 3(5): 519-26.

PARDEIKE, Jana; HOMMOSS, Aiman; MÜLLER, Rainer H. Lipid nanoparticles (SLN, NLC) in cosmetic and pharmaceutical dermal products. **International Journal Of Farmacêutica**, Berlim, p. 170-184, 2009.

PASSOS. *et al.* Carolina S. Passos; Marcelo D. Arbo; Stela M. K. Rates; Gilsane L. Von Poser*. **Terpenóides com atividade sobre o Sistema Nervoso Central (SNC).** Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, Faculdade de Farmácia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, Brasil Revista Brasileira de Farmacognosia, Brazilian Journal of Pharmacognosy 19 (1A): 140-149, jan/mar. 2009.

PEDROTTI JÚNIOR, S. L. **Obtencao e Caracterização de microcápsulas de base cerâmica. Slão de iniciação científica.** (22:2010 out. 18-22: UFRGS, Porto Alegre, RS) 2010.

PÉNOEI. D. The immune system of mankind. In: Aroma 93. **Conference Proceedings.** Brighton/UK: Aromatherapy Publications, 1993.

PERRY, R.; TERRY, R.; WATSON, L. K.; E. ERNST. **Inhalation of lavender. Is lavender an anxiolytic drug? A systematic review of randomised clinical trials.** Complementary Medicine, Veysey Building, v. 19, Issues 8-9, 825-835, jun. 2012.

POLLATOS, O.; KOPIETZ, R.; LINN, J, *et al.* Emotional stimulation alters olfactory sensitivity and odor judgment. **Oxford Journal.** Chemical Senses: 2007, v. 32, n. 6, p. 583-589.

PRATIKKUMAR, A.; PATRAVALE, VANDANA, B. 2011. **AmbiOnp: Solid Lipid Nanoparticles of Amphotericin B for Oral Administration.** Journal of Biomedical Nanotechnology, v. 7, n. 5, october 2011, p. 632-639(8). Publisher: American Scientific Publishers.

PRIANO, L., ESPOSTI, D., ESPOSTI, R., CASTAGNA, G., DE MEDICI, C., FRASCHINI, F., GASCO, M. R. & MAURO, A. (2007). Solid lipid nanoparticles incorporating melatonin as new model for sustained oral and transdermal delivery systems. **Journal of Nanoscience and Nanotechnology**, 7, pp. 3596-3601

PRICE, S.; PRICE, L. **Aromatherapy for Health Professionals**. London: Churchill Livingstone, 1995.

PRISTA, L. N.; ALVES, A. C.; MORGADO, R. **Tecnologia farmacêutica**. Lisboa: Fundação Galouste Goubenkian, 1995.

RAFEIRO, D. F. **Novas estratégias de promoção da permeação transdérmica**. 2013. Escola de Ciências e Tecnologias da Saúde, UNIVERSIDADE LUSÓFONA, Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas, Lisboa, Portugal.

RAMESH, B. (Ph.D.). **Modern Techniques of Materials Characterisation Associate Professor of Mechanical Engineering**, St. Joseph's College of Engineering, Jeppiaar Trust, Chennai-119 Ph.D. Research Scholar, College of Engineering, Guindy campus, Anna University, Chennai-25, 2011.

RAMOS, Monica F. S. **Desenvolvimento de microcápsulas contendo a fração volátil de copaiba por spray-drying: estudo de estabilidade e avaliação farmacológica**. 2006. 136 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências Farmacêuticas, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Ribeirão Preto, 2006. Disponível em: <file:///C:/Users/rsbiblioteca/Desktop/MonicaFreimandeSouzaRamos.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2014.

RADUNZ, Lauri L. et al. **Influência da temperatura do ar de secagem no rendimento do óleo essencial de hortelã-comum (mentha x villosa huds)**. 2006. Engenharia na Agricultura, Viçosa, MG, v.14, n.4, 250-250 257, Out./Dez, 2006

RÉ, M. I. Microencapsulation by spray-drying. **Drying Thecnology: An Internacional Journal**. v. 16, n. 6, p. 1195-1236, 1998.

REINECCIUS, G. A. **Flavoe Encapsulation**. Washington DC: American Chemical Society, 1998. p. 110-119.

REN, P. W.; JU, X. J.; XIE, R.; CHU, L. Y. 2010. Monodisperse alginate microcapsules with oil core generated from a microfluidic device. **Journal of Colloid and Interface Science**, 343 (2010) 392-395.

RENZI, A. I., CARFAGNA, C., PERSICO, P. 2010. **Thermoregulated natural leather using phase change materials: an example of bioinspiration**. Appl. The Eng. 30, 1369 e 1376.

REVISTA DE ERGODESIGN E USABILIDADE. Rio de Janeiro: Iusser, v. 1, 2002. Ano I.

RIDEAL, S.; RIDEAL, E. K.; SCIVER, A. **An investigation into the germicidal powers and capillary activities of certain essential oils.** Perf Essent: Oil Rec, 1928. p. 19-285.

RIDOLFI, D. M. **Nanoparticulas Lipídicas Sólidas: Encapsulação de Tretinoína para Aplicação Tópica.** 2011. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Química, Campinas-SP.

ROBERTS, A., AND J. WILLIAMS. 1992. **The effect of olfactory stimulation on Fluency, vividness of imagery and associated mood: A preliminary study.** British Journal of Medical Psychology 65: 197-199.

ROCHA, T. L. A. C.; ROLDO, L.; STUMER, P. B.; ROSSI, W. S. **“Aplicações de Microcápsulas: design de produto e gráfico”.** XXII Salão de Iniciação Científica. Oral Presentation, 2010.

RODRIGUES, S. N.; FERNANDES, I.; MARTINS, I. M.; MATA, V. G.; BARREIRO, F.; RODRIGUES, A. E. 2008. **Microencapsulation of limonene for textile application.** Ind. Eng. Chem. Res. 47, 4142 e 4147.

ROLLS, E. T. **Taste, olfactory, and food texture processing in the brain, and the control of food intake.** Physiol Behav, 2005. n. 85, p. 45-56.

ROLLS, E. T.; GRABENHORST, F.; PARRIS, B. A. **Neural systems underlying decisions about affective odors.** J Cogn Neurosci, 2010. 22:1069-82.

ROLLS, E. T.; KRINGELBACH, M. L.; DE ARAUJO, IET. **Different representations of pleasant and unpleasant odours in the human brain.** Eur J Neuroscience 2003. 18:695-703.

ROSSI, W. S. 2012. **Estudo de aplicações e testes de durabilidade de microcápsulas em tecidos.** Dissertação de Mestrado. PDDesign, UFRGS. 2012.

ROULIER, G. **Les Huiles Essentielles Pour Votre Sante.** St. Jean-de-Braye, France: Dangles, 1990.

ROVESTI, P.; Columbo, E. **Aromatherapy and aerosols.** London: Soap Perfum Cosmet, 1973. v. 7. p. 46-475.

SANTAELLA, Lucia. **Corpo e comunicação: sintoma da cultura** 2 ed. São Paul Paulus, 2004.

SAVIC, I. **Imaging of brain activation by odorants in humans.** Curr Opin Neurobiol: 2002, 12:455-61.

SCALIA, S.; FRANCESCHINIS, E.; BERTELLI, D. **Comparative evaluation of the effect of permeation enhancers, lipid nanoparticles and colloidal silica on in vivo human skin penetration of quercetin.** *Skin Pharmacol. Appl.*, v. 26, 57-67, 2013.

SERRATRICE, G.; AZULAY, J. P.; SERRATRICE, J. **Olfaction et gustation.** In: *EMC Neurologie*. Paris: Elsevier, 2006, 17-003-M-10.

SETZER, W. N. **Essential oils and anxiolytic aromatherapy.** *Natural Product Communications*. 2009; 4(9):1305-1316.

SEUBERT, J. REA, A. F.; LOUGHEAD, J.; HABEL, U. **Mood induction with olfactory stimuli reveals differential affective responses in males and females.** *Chem Senses*: 2009, v. 34, p. 77-84.

SIEPMANN, J.; SIEPMANN, F. **Microparticles used as drug delivery systems.** *Progre Colloid Polym Sci*, 133 (2006) 15-21.

SIEPMANN, J.; SIEPMANN, F. **Microparticles used as drug delivery systems.** *Progre Colloid Polym Sci*, 133 (2006) 15-21.

SILVA, Brum LF.; EMANUELLI, T.; SOUZA DO, ELISABETSKY E .2001. **Effects of linalool glutamate release and uptake in mouse cortical synaptossomes.** *Neurochem Res* 26:191-194.

SILVA, E.; ROBLES, M.; MATOS, J. Análise térmica aplicada à cosmetologia. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas.** *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, v. 43, n. 3, jul./set, 2007.

SILVA, Luiza A. R. Tratamento de Minérios III. Título: **Aula prática sobre análises químicas de minérios COORDENAÇÃO DE MINERAÇÃO – ÁREA II.** Curso técnico integrado em mineração Campi Goiânia Titular do trabalho: Luiza de Azevedo Rocha da Silva. Cursoano: Mineração 4º Professora: Ana Mercedes Morales C. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAghIsAL/determinacao-densidade-pelo-metodo-picnometro>>. Acesso em: 02. jul. 2014.

SINKO, P.J. Martin. **Físico-farmácia e ciências farmacêuticas.** 5ª. Ed. Artmed, Porto Alegre, 2008.

SMELT, J. P. P. **Recent advances in the microbiology of high pressure processing.** *Trends in Food Science & Technology*, v. 9, n. 4, p. 152-158, 1998.

SOHN, Y.H. **Minerals, Metals and Material Society.** Symposium TMS 136th annual meeting and exhibition. Zurich: Transtech Publication, 2007.

SONG, C.; LEONARD, B. E. **The olfactory bulbectomised rat as a model of depression.** *Neurosci Biobehav Rev*, 2005. 29:627-47.

SOUDRYA, Y^a; LEMOGNE, C^{a,b,c}; MALINVAUD, D^d; CONSOLI, S.M^{a,b,c}; P. BONFILS^{b,d,e}. **Olfactory system and emotion: Common substrates.** *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck diseases*. Abril, 2011. 128, 18-23.

SOUDRYA, Y^a; LEMOGNE, C^{a,b,c}; MALINVAUD, D^d; LACCOURREYE^{b,d}; CONSOLI, S.M^{a,b,c}; P. BONFILS^{b,d,e}. **Les bases communes du système olfactif et des émotions.** *Annales francaises d'otorhinolaryngologie et de pathologie cervicofaciale*. Publie par Elsevier Masson SAS, março, 2011.

SOUTO, E; SEVERINO, P; SANTANA, M; PINHO, S. **Nanoparticulas de lipídios sólidos:** metodos classicos de producao laboratorial. *Quim: Nova*, v. 34, n. 10, p. 1762-1769, 2011.

STEFLITSCH, W; STEFLITSCH, M. Clinical aromatherapy. **Practising Medicine**. v. 5, n. 1, p. 74-85, mar. 2008.

STERNBERG, R. J, **Psicologia Cognitiva**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

STROUS, Rael. D^{a,b}; SHOENFELD, Yehuda^{b,c}. **To smell the immune system:** Olfaction, autoimmunity and brain involvement. *Autoimmunity Reviews*. 6. ed. Israel: Elsevier, 2006. Cap. 1, p. 54-60.

STUART, B. 2004. **Infrared Spectroscopy:** Fundamentals and Applications B. John Wiley & Sons, Ltd ISBNs: 0-470-85427-8 (HB); 0-470-85428-6 (PB).

SU, J.; WANG, L.; REN, L. Fabrication and thermal properties of microPCMs: used melamine - formaldehyde resin as Shell material. **Journal of Applied Polymer Science**, 101 (2006) 1522-1528.

TAVEIRA, F. S. **Nanopartículas Lipídicas Sólidas (NLS) como carreadores de fármacos para o tratamento tópico do câncer de pele.** Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo (USP) Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto. 2009.

THIJSSSEN, H. A. Flavour retention in drying preconcentrated food liquids. **Journal Applied Cheminical and Biothecnology**. p. 372-377. 1971.

TOOD, R. D. Microencapsulation and the Flavour Industry. **Flavour Industry**, London, v. 21, n. 12, p. 372-377. 1971.

UGAZIO, E.; CAVALLI, R.; GASCO, M. R. 2002. **Incorporation of cyclosporine A in solid lipid nanoparticles (SLN).** *Int. J. Pharm.* 241, 341-344.

VALE, T. G.; MATOS, F. J. A.; LIMA, T. C. M.; VIANA, G. S. B. 1999. **Behavioral effects of essential oils from lippia alba** (Mill) N. E. Brown chemotypes. *Journal of Ethnopharmacol* 67:127-133. Elsevier.

VALNET, J. **The Practice of Aromatherapy**. UK: CW Daniels: Saffron Walden, 1990.

VALNET, J; DURAFFOURD, C; LAPRAZ, Jean-Claude. **Une médecine nouvelle: phytothérapie et aromathérapie, comment guérir les maladies infectieuses par les plantes**. 1978.

VERDET. **Why Phytotherapy? Aromatherapy Study Trip**. 1989. Lecture Notes.

VERISSIMO, Lourena M. **Desenvolvimento de sistemas farmacêuticos emulsionados para veiculação genica**. Pós-Graduação. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2007.

VERSIC, R. J. 1998. **Coacervation for flavor encapsulation**. In.: Risch, S. J. Reineccius, GA. *Flavor Encapsulation*. Washington D. C.: American Chemical Society; 1998a, p. 126-131.

VISWANATH, D. S.; GHOSH, T.; PRASAD, D. H. L.; DUTT, N. V. K.; RANI, K. Y. **Viscosity of Liquids - Theory, Estimation, Experiment, and Data**. 2007. Editora Springer, XIII, 662 p.

WAGNER, Débora T.; ARANHA, Isabele B. **Método para Análise de Tamanho de Partícula por Espalhamento de Luz para Bentonita Chocolate**. Disponível em: <http://www.cetem.gov.br/publicacao/serie_anais_XV_jic_2007/Debora.pdf>. Acesso em: 28. jun. 2011.

WAGNER, H.; WIERER, M.; BAUER, R. **In vitro inhibition of prostaglandin biosynthesis by essential oils and phenolic compounds**. German: *Planta Med*, 1986. v. 52, n. 3, p. 184-7.

WAN, L. S.; HENG, P. W.; CHAN, L. W. **Drug encapsulation in alginate microspheres by emulsification**. *J. Microencapsul*. London, v. 9, p. 309-316, 1992.

WEBER, S. T.; HEUBERGER, E. **The impact of natural odors on affective states in humans**. *Chem Senses*: 2008, v. 33, p. 441-7.

WENDHAUSEN, Paulo A.P. **Apostila de Análises Térmicas**. Elaborado por Guilherme V. Rodrigues e Otávio Marchetto. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABU-wAB/apostila-analises-termicas#>>. Acesso em: 10. mai. 2014.

WESTING, L. L.; REINECCIUS, G. A.; CAPAROSO, F. **Shelf life of Orange oil. Effects of encapsulation by spray drying, extrusion and molecular inclusion.** In: RISCH, S.

WISSING, S. A.; KAYSER, O.; MULLER, R. H. **Solid Lipid nanoparticles for parenteral drug delivery.** Adv. Drug Deliv. Rev., v. 56, n. 9, p. 1257-1272, 2004a.

WISSING, S. A.; MULLER, R. H. **Cosmetic applications for Solid Lipid Nanoparticles (SLN).** 2003a. Eur. J. Pharm. Biopharm. 56:67-72.

WOLFFENBUTTEL, A. **Base Química dos Óleos Essenciais e Aromaterapia: Abordagem Técnica e Científica.** São Paulo: Editora ROCA Ltda., 2011.

XIANG, Q. Y.; WANG, M. T.; CHEN, F.; CONG, T.; JIAN, Y.L.; ZHANG, Z. R.; HUANG, Y. 2007. **Lungtargeting delivery of dexamethasone acetate loaded solid lipid nanoparticles.** Arch. Pharm. Res. 30, 519-525.

YOU, M.; ZHANG, X. X.; WANG, X. C.; ZHANG, L.; WEN, W. **Effects of type and contents of microencapsuled n-alkanes on properties of soft polyurethane foams.** Thermochimica Acta, 500 (2010) 69-75.

ZALD, D. H.; PARDO, J. V. **Brain activity in ventromedial prefrontal cortex correlates with individual differences in negative affect.** Proc Natl Acad Sc U S A 2002. 99:2450-4.

ZALD, D. H.; PARDO, J. V. **Emotion, olfaction, and the human amygdala: amygdala activation during aversive olfactory stimulation.** Proc Natl Acad Sc U S A, 1997. 94:4119-24.

ZHAO, H.; IVIC, L.; OTAKI, J. M.; HASHIMOTO, M.; MIKOSHIBA, K.; FIRESTEIN, S. **Functional expression of a mammalian odorant receptor.** Science: 1998; 279:237-41.

APÊNDICE A — PROTOCOLO DE DEPÓSITO DE PEDIDO DA PATENTE

18/11/2015 860150271581
14:49 NPWB
0000221508593196

BR 10 2015 028929 4



Protocolo

Número

Código QR



INPI
INSTITUTO
NACIONAL
DA PROPRIEDADE
INDUSTRIAL

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL
Diretoria de Patentes
Sistema e-Patentes/Depósito

DIRPA e-PATENTES	Tipo de Documento: Recibo de Peticionamento Eletrônico	DIRPA	Página: 1 / 2
Título do Documento: Recibo DIRPA-FQ001 - Depósito de Pedido de Patente ou de Certificado de Adição		Código: RECIBO	Versão: 01
		Modo: Produção	

O Instituto Nacional da Propriedade Industrial informa:

Este é um documento acusando o recebimento de sua petição conforme especificado abaixo:

Dados do INPI:

Número de processo: BR 10 2015 028929 4
Número da GRU principal: 00.000.2.2.15.0859319.6 (serviço 200)
Número do protocolo: 860150271581
Data do protocolo: 18 de Novembro de 2015, 14:49 (BRST)
Número de referência do envio: 152613

Dados do requerente ou interessado:

Tipo de formulário enviado: DIRPA-FQ001 v.006
Referência interna: ND000276
Primeiro requerente ou interessado: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CNPJ do primeiro requerente ou interessado: 92.969.856/0001-98
Número de requerentes ou interessados: 1
Título do pedido: REVESTIMENTO DE SUPERFÍCIES COMPREENDENDO CARREADORES MICRO OU NANO ESTRUTURADOS E USO DO REVESTIMENTO DE SUPERFÍCIES

Arquivos enviados:

Arquivo enviado	Documento representado pelo arquivo	Número de páginas
[package-data.xml]	Arquivo com informações do pacote em XML	---
[brf101-request.xml]	Formulário de depósito de pedido de patente ou de certificado de adição em XML	---
[application-body.xml]	Arquivo com dados do corpo do conteúdo patentário em XML	---
[brf101-request.pdf]	Formulário de depósito de pedido de patente ou de certificado de adição em PDF	
RD - Carreador lipídico óleo de lavanda.pdf [DOCUMENTO.pdf]	Arquivo com conteúdo técnico-patentário da petição - Relatório descritivo em formato eletrônico PDF páginas 1 a 14 - Reivindicações em formato eletrônico PDF páginas 15 a 16 - Resumo em formato eletrônico PDF página 17 - Desenhos em formato eletrônico PDF páginas 18 a 21 [Número de desenhos: 6, Desenho para resumo: 1, Cor dos desenhos: Preto e Branco]	21
RD - Carreador lipídico com óleo de lavanda.txt [RELATDESCTXT.txt]	Relatório descritivo em formato eletrônico texto	---
Reivindicações - pedido ND00276.txt [REIVINDTXT.txt]	Reivindicações em formato eletrônico texto	---
Resumo - pedido ND00276.txt [RESUMOTXT.txt]	Resumo em formato eletrônico texto	---
GRU e comprovante pagamento-ND00275.pdf [GRU-1.pdf]	Guia de Recolhimento da União (GRU) paga com comprovante de pagamento em formato eletrônico PDF [Código de serviço: 200, Número: 00.000.2.2.15.0859319.6, Nome do sacado: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL]	1
Portaria 5475.pdf [OUTROS-1.pdf]	Documentos de qualquer outra natureza em formato eletrônico PDF	3
Cópia Diário Oficial da União.pdf [OUTROS-2.pdf]	Documentos de qualquer outra natureza em formato eletrônico PDF	1



INPI INSTITUTO
NACIONAL
DA PROPRIEDADE
INDUSTRIAL

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL
Diretoria de Patentes
Sistema e-Patentes/Depósito

DIRPA PATENTES	Tipo de Documento:	Recibo de Peticionamento Eletrônico	DIRPA	Página:	2 / 2
	Título do Documento:	Recibo DIRPA-FQ001 - Depósito de Pedido de Patente ou de Certificado de Adição	Código: RECIBO	Versão:	01
			Modo:	Produção	

Dados sobre o envio:

Responsável pelo envio:	RAQUEL SANTOS MAULER:5a92aab0bfb3420be7be1e78a0652361
Assinatura (Requerente, Interessado ou Procurador):	RAQUEL SANTOS MAULER,OU=Pessoa Fisica A3,OU=MP-SCDP,OU=Autoridade Certificadora SERPROACF,O=ICP-Brasil,C=BR
Método de envio:	Eletrônico pela Internet
Código de segurança:	F3:19:D3:DF:FC:34:06:30:04:11:EA:2B:CE:13:0D:15:68:9B:FA:C8

APÊNDICE B – ARTIGO PUBLICADO 11TH EUROPEAN ACADEMY OF DESIGN CONFERENCE

THE VALUE
OF DESIGN
RESEARCH

11TH EUROPEAN ACADEMY OF
DESIGN CONFERENCE

APRIL 22-24 2015

PARIS DESCARTES UNIVERSITY
INSTITUTE OF PSYCHOLOGY

BOULOGNE BILLANCOURT
FRANCE

CONFERENCE ORGANIZERS:

PARIS DESCARTES UNIVERSITY
PARIS SORBONNE UNIVERSITY
PARIS COLLEGE OF ART
ISTEC PARIS

Olfactory perception: study of encapsulation of orange oil for application in product design

**Carolina Bustos
Raffainer¹**

Design Post-Graduation
program, Federal University
of Rio Grande do Sul

cbustos@terra.com.br¹

Wilson Kindlein Jr.²

Design Post-Graduation
program, Federal University
of Rio Grande do Sul

wilsonkindleinjuniorgmail.com²

**Leticia Scherer
Koester³**

Pharmaceutical Sciences
Post-Graduation Program,
Federal University of Rio
Grande do Sul

Leticia.koester@ufrgs.br³

ABSTRACT

The relation of product to user directly involves perceptual and sensory aspects; touch, sight, taste, smell and hearing. Among them, there is an important area, but little explored: olfactory perception of certain products. In this sense, the present work aims to contribute to this area of research through the study of encapsulation techniques of orange essential oil and its implementation in the olfactory perception focusing on product design and materials science. New materials and processes are important when we want to stimulate emotions and new research on technological innovation (Rocha et al., 2010; Hekkert and Schifferstein, 2008). The method used was the interfacial polymerization and ceramic microcapsules were formed with tetraethyl orthosilicate synthesized by the sol-gel method (Ghosh, 2006). The microcapsules were produced in the laboratory and characterized by Scanning Electron Microscope (SEM) and Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR). An important factor in the development of the encapsulation consists in the control release of the scent during the life of the product and the application on different medium such as fabric, wood, among others. As Nelson (2002) and Monllor et al. (2007) emphasize only the microencapsulation process is able to maintain a fragrance for a longer on a fabric with aromatic microcapsules configured by the presence of essential oils as the active material. The shell provides greater stability as oil dispersion in the medium. As a result, it was possible to produce shells with orange oil encapsulated.

Keywords: Microcapsules, essential oils, olfactory perception, Emotion Design.

1 INTRODUCTION

Emotion has a strong and necessary burden in life, affecting how we feel, act and think. These aspects are very important and deserve a special attention concerning a product design. There is a interaction force between products and individuals. In this sense, the study of perception is essential to achieve the necessary goals of user-product interface, which are responsible for triggering emotional factors that tend to be valued by designers: the market is saturated and competition is increasing, presenting a necessity to invest in projects with differential and greater usability. The decision is directly linked to emotions and to the cognitive system, and it is fundamental to the relationship between the

Olfactory perception: study of encapsulation of orange oil for application in product design

Carolina Bustos Raffainer, Wilson Kindlein Junior and Leticia Scherer Koester

11TH EUROPEAN ACADEMY OF
DESIGN CONFERENCE

APRIL 22-24 2015

PARIS DESCARTES UNIVERSITY
INSTITUTE OF PSYCHOLOGY

BOULOGNE BILLANCOURT
FRANCE

CONFERENCE ORGANIZERS:

PARIS DESCARTES UNIVERSITY
PARIS SORBONNE UNIVERSITY
PARIS COLLEGE OF ART
ISTEC PARIS

individuals and the world around them (DAMÁSIO, 1996; KHALID, 2006; ASHBY and JOHNSON, 2011).

Perception is the interpretation result of what is observed. The same product can be perceived in different ways by the users, whose reaction is triggered by experiences, livings and mental images constructed over time. Both perception and observation contribute to the design creativity, reflecting in the industrial design and in the product personality. There are aesthetic attributes related directly to the senses, which refer to a time, place, culture or event. Perceived attributes decipher the reaction that people have towards a material or a product, depending on the context and the user experiences. For example, fun and amusement, or emotional attributes, describe the feeling that a product or material reflects in the user: it can be happiness, sadness, threat (ASHBY and JOHNSON, 2011).

In the current context, we have more demanding users, who require increasingly good functionality and usability of products and minimum requirements for their purchase. According to Jordan (2000), the relationship man-product is emotional, with an important role in the development of projects with all features functional and emotional differences. It is known that the usability is also related to emotion. A product that has a unique and emotionally adequate usability is understood as distinct and easier to use (NORMAN, 2004).

According to Damasio and Mont'Alvão (2008) "the design centered on the object and its objective aspects began to be replaced by a human-centered design and in his way of observe, interpret and live in the environment." Krippendorff (2001), corroborates saying that the designers started to realize that their products were not just "things", but social practices, and that the people to whom they were projected were not only "rational users". According to this author, "we do not react to the physical qualities of things, but to what they mean to us" (KRIPPENDORFF, 2001).

Thus, it can be stated that it is of extreme importance in product project to take into account the materials selection that can sharpen the user's perception. As Johnson (2001) points out, it is essential in design to find solutions that are meaningful to people, that provide them new experiences. Lobach (2009) also emphasizes that the more levels of observation a particular product offer to the user perception, not only greater will be the time that this information will remain in their memory, but also the attention retention will be immediate. We know that we interact with the materials of the contact interface, and there are several attributes such as technical, aesthetic, sensory that will interfere with the user-product interface.

Some evoke the emotional dimension, others insist on their physiological and behavioral aspects: "the tendency to act." Neuroscience has classified the emotions as simple and secondary. They are called simple or primary when they are accompanied by facial expressions or universal gestures, regardless of education and culture (BUCKLE, 2000).

A study from the Rockefeller University (New York) found, in 1999, that the human being is able to remember 35% of odors, 5% of what he has seen, 2% of what he has read or has eaten and 1% of what he has touched. It is extremely important to study the sensorial sense repercussion as long as we do not focus

Olfactory perception: study of encapsulation of orange oil for application in product design

Carolina Bustos Raffainer, Wilson Kindlein Junior and Leticia Scherer Koester

11TH EUROPEAN ACADEMY OF
DESIGN CONFERENCE

APRIL 22-24 2015

PARIS DESCARTES UNIVERSITY
INSTITUTE OF PSYCHOLOGY

BOULOGNE BILLANCOURT
FRANCE

CONFERENCE ORGANIZERS:

PARIS DESCARTES UNIVERSITY
PARIS SORBONNE UNIVERSITY
PARIS COLLEGE OF ART
ISTEC PARIS

only in the visual system, but in the other sensorial organs also (Santaella 2004; apud Dias, 2009).

According to Santaella (2004), more than any other sensory modality, the sense of smell triggers an emotion, positive or negative in the user- product interface. Some odors reproduce the induction of emotional states by modifying the odor perception. Some brain substrates are, in fact, common to the emotional and olfactory processing.

Within this context, among the senses that allow the user-product interaction, the sense of smell is one of the most important to focus. It is critical to understand this system since the understanding of the perception of aroma is essential to understand the therapeutic action of essential oils. Wolffenbuttel (2011) and Soudrya et al. (2011) stresses that the olfactory bulb is the first mechanism of the olfactory system, which has about 8000 glomeruli that receive axons from the primary olfactory neurons. More than any other sensory modality, the sense of smell shares with the emotions the ability to assign a positive (appetitive) or negative (aversive) valence to our environment. A smell can be defined as a particular feeling produced by the action of certain chemicals in the olfactory system (SOUDRYA et al. 2011).

This work aims to address the exploratory applicability of microcapsules containing orange volatile oil (olfactory perception) and its application in different supports, focusing on design. Innovation is the great principle to be achieved. The structural morphology of the material is directly related to the mechanical anchoring of the microcapsules, which was taken into consideration in their production.

2 LITERATURE BACKGROUND

Essential oils are composed of different chemical constituents that can even exceed 300 components. This feature provides to the pure essential oil a very high value. Its applications are numerous, for example, in perfumery, cosmetics, food, health as a therapeutic, environmental and fashion potential (use of oil in fiber and materials), which is a new area being explored. Essential oils have been used since earlier than the ancient Egypt times, passing by several ages until the early twentieth century with the treaties of Aromatherapy. There are nowadays new nomenclature as aromacology and aromatology. New researches triggered the evidence of essential oils use with different approaches, for example, as antidepressant, insect repellent, antibacterial, stimulant, etc. The assimilation of essential oils in the body can occur by absorption via inhalation and dermal (WOLFFENBUTTEL, 2011).

According to Alexander (2001), it has become evident in recent years the importance of essential oils through the olfactory system, while the application in the skin have shown a beneficial effect on the immune system. Studies show that essential oils modulate immunity improving mood, mental activity and biological activity of the organism in body healing processes. There are three ways in which the active ingredients of essential oils modulate the immune system:

a) First, after been ingested and detected by the olfactory system, the oils activate the brain chemical system regarding the affective part, the humor, which directly affect the immunity;

Olfactory perception: study of encapsulation of orange oil for application in product design

Carolina Bustos Raffainer, Wilson Kindlein Junior and Leticia Scherer Koester

11TH EUROPEAN ACADEMY OF
DESIGN CONFERENCE

APRIL 22-24 2015

PARIS DESCARTES UNIVERSITY
INSTITUTE OF PSYCHOLOGY

BOULOGNE BILLANCOURT
FRANCE

CONFERENCE ORGANIZERS:

PARIS DESCARTES UNIVERSITY
PARIS SORBONNE UNIVERSITY
PARIS COLLEGE OF ART
ISTEC PARIS

b) Second, the essential oils can be used as agents that positively affect the immune response;

c) Third, but not least, the oil can be applied in the dermis for cellular and immunological direct results.

The author also emphasizes that in order to understand how essential oils directly influence the immune system through the olfactory system, it is necessary to know the neural relations of three important systems such as the endocrine, nervous and immune system, together with the olfactory system process (Alexander, 2001).

The combination between how smells affect the mind and how the mind affects the immunological function are basic for immune modulation. The mind is not the only human command governing the memory, but the cells of the three systems (endocrine, nervous and immune) are susceptible to "learn" and "condition" and can be adjusted to change or respond to essential oils with the olfactory order to prevent or mitigate adverse immune reactions. The essential oils consist on molecules able to exert pharmacological effects and act as chemo-preventive agents, anti-inflammatory or chemotherapeutic in more severe disease (ALEXANDER, 2001).

Brazil is increasing the development of the cosmetics industry mainly within the economy. Essential oils are popular in the pharmaceutical, therapeutic and cosmetic areas, according to Brito et al. (2014).

"Every year the world production of essential oils of thirty aromatic species is estimated between 110,000 and 120,000 tons and its use is not restricted to aromatherapy", these oils are also used in the cosmetic, food, cleaning products and beverage industries (GARLET et al., 2007 apud BRITO et al., 2014). There are many results in current research studies with the millennial use of aromatherapy, stressing it as a wellness practice and complementary therapy.

The authors also emphasize that many industrialized countries recognize and employ aromatherapy, recognizing it as a therapeutic effective method. England and France are considered advanced countries in this area presenting serious and quality studies. Brazil is the third largest exporter of essential oils in the world, behind only the United States and France. Orange, lemon and eucalyptus oils are the most exported (BRITO et al., 2014).

Several studies show that the smell of environments affect the perceptions and moods, cognition and performance, automatically influencing health (ROBERTS & WILLIAMS, 1992 apud ALEXANDER, 2001). Also, other studies show that the olfactory essential oils present pharmacodynamic effects in the chemical area of the brain, have potential immunological effect (VALE et al., 1999) and that the olfactory stimuli may cause alterations and changes in blood pressure and skin temperature parameters as well as reducing anxiety (GNATTA et al., 2014). Briefly we can then see that the behavior and body chemistry area are affected by olfactory perception (psychological response) and smell neurotransmitters. It has been also reported that people who do not feel smells are also affected by scents, because the stimulation of olfactory receptors occurs, and the brain receives this stimulus (NASEL et al., 1994).

Pleasant effects of aromatherapy are extremely important factors, which enhanced the dynamics of health. Experiments done by measuring the effects of

Olfactory perception: study of encapsulation of orange oil for application in product design

Carolina Bustos Raffainer, Wilson Kindlein Junior and Leticia Scherer Koester

11TH EUROPEAN ACADEMY OF
DESIGN CONFERENCE

APRIL 22-24 2015

PARIS DESCARTES UNIVERSITY
INSTITUTE OF PSYCHOLOGY

BOULOGNE BILLANCOURT
FRANCE

CONFERENCE ORGANIZERS:

PARIS DESCARTES UNIVERSITY
PARIS SORBONNE UNIVERSITY
PARIS COLLEGE OF ART
ISTEC PARIS

scents in the perception of health suggest that this olfactory perception has a power to affect health (KNASHO, 1993 apud ALEXANDER, 2001).

Microencapsulating these oils become an option for the application of different materials and products. In order to understand the choice of microcapsules it is important to comprehend the process as Ghosh (2006) defines many objects we encounter in our daily lives, including the house in which we live and the materials we use (for example, toothbrushes, pots and pans, refrigerators, televisions, computers, cars, furniture). According to him, they are all under the "umbrella" of coating materials. Clearly, the importance of coating increased enormously during the modern era of technology. The coating is defined as a material (usually liquid) that is applied to a surface and appears as a continuous or discontinuous film after drying. However, the application process and the resulting dry film are also considered coating. The liquid coating drying is performed mainly by evaporation (cross-linking) by oxidative, thermal or other methods of ultraviolet and visible light. Microencapsulation allows to isolate a product that is on the external media (HIRECH, 2003). This whole process generates new value-added products (MONDAL, 2008).

It is well known that the pharmaceutical industry uses this technology and have been using microencapsulation for preparing capsules containing active drugs, but over time, a variety of new technologies have emerged and are being developed in various fields of research. During the past 10 years, this approach has been widely exploited for agriculture, food, cosmetics and textiles. Microencapsulation provides the possibility to combine the properties of different types of materials (organic and inorganic) in a process which is difficult to achieve using other techniques. Important advantages of this technology are the controlled delivery system for drugs (GHOSH, 2006; SIEPMANN, 2006).

Microencapsulation is defined as a process which encompasses micron sized particles of solids, liquids or gases in an inert shell, which make them isolated and protected from the external environment. The inertia is related to the lack of reactivity of the shell with the core material. This technology is used primarily for the purpose of protection, controlled release and compatibility of the core materials. The microcapsules core materials can range from essential oils and enzymes to dyes, salts and water. According to You et al. (2010), there are many benefits and reasons to use microencapsulation as a controlled release: protection of unstable materials in contact with the media, ability to work with liquids as with solid, among others ACHARYA et al., 2010; REN et al., 2010).

According Hammad et al. (2011) the encapsulation techniques existent consist in physical and chemical methods. Physical methods: spray drying, spray chilling, rotary disk atomization, fluid bed coating, stationary nozzle coextrusion, multiorifice-centrifugal process, submerged nozzle coextrusion, pan coating, air-suspension coating, and centrifugal extrusion. Chemical methods: coacervation, phase separation, solvent evaporation, solvent extraction, interfacial polymerization, simple and complex coacervation, in-situ polymerization, liposome technology, nanoencapsulation and matrix polymerization.

There are many applications, such as forming adhesives, chemicals, food additives, agrochemicals, flavors and essences, pesticides and herbicides, cosmetics, pharmaceuticals, nutraceuticals, among others.

Hammad et al. (2011)¹ points out that the definition of the shell or the type of

Olfactory perception: study of encapsulation of orange oil for application in product design

Carolina Bustos Raffainer, Wilson Kindlein Junior and Leticia Scherer Koester

11TH EUROPEAN ACADEMY OF
DESIGN CONFERENCE

APRIL 22-24 2015

PARIS DESCARTES UNIVERSITY
INSTITUTE OF PSYCHOLOGY

BOULOGNE BILLANCOURT
FRANCE

CONFERENCE ORGANIZERS:

PARIS DESCARTES UNIVERSITY
PARIS SORBONNE UNIVERSITY
PARIS COLLEGE OF ART
ISTEC PARIS

material forming the shell depends on the particular definition of the material to be encapsulated in the core, which may be liquid or solid. The composition can be variable and may include dispersive or dissolved materials. The shell solid coat may be the result of a stabilized mixture of active constituents, diluents and accelerators. The great advantage is the ability to vary the composition of the core material and provide flexibility in the use of this feature, allowing effective design and development of the desired properties of the microcapsule.

The authors emphasize that although there are significant advances in microencapsulation area, there are still many challenges that need to be corrected in the proper selection of core, coating materials and process techniques.

According to Hammad et al., (2011), there are some reasons for encapsulation. In some cases, the core must be insulated from its surroundings, for example in the isolation of vitamins, decrease in the effects of oxygen deterioration, evaporation reduction of a volatile core and improvement of the handling properties of a viscous material.

There are several reasons why the substances can be encapsulated. Hammad et al., (2011), explain:

- a) Protect reactive substances from the environment;
- b) Convert liquid active components in a dry solid system;
- c) Separate incompatible components for functional reasons;
- d) Mask undesirable properties of the active components;
- e) Protect the immediate environment from the active components of the microcapsules;
- f) Control the release of the active components in relation to the delayed release (timer) or long-acting release (sustained).

The resulting product from the microencapsulation process is called a "microcapsule", which are micron sized (<1 mm) and have a spherical or irregular shape. The microcapsules can be divided into two parts: the core and the shell. The core (inner part) contains the active ingredient, while the shell (the outside) protects the core from the external atmosphere, permanently or temporarily. Core materials in the microcapsules can be in the form of a solid, liquid or gas. The core materials are used most often in the form of a solution, dispersion or emulsion. Compatibility of the core material with the coating is an important criterion for improving the microencapsulation efficiency. The core size plays an important role for the diffusion, permeation and controlled release applications. Depending on the function, a variety of core materials may be encapsulated, including pigments, dyes, catalysts, curing agents, plasticizers and fragrances (GHOSH, 2006).

Microcapsules and microspheres can be provided to clients by the food industry, pharmaceutical and cosmetic industries, as personal care products, agriculture, veterinary medicine, industrial chemicals, biotechnology, biomedical, and sensor technology (UMER et al., 2011).

The variety of natural and synthetic polymers provides a wider scope in the choice

11TH EUROPEAN ACADEMY OF
DESIGN CONFERENCE

APRIL 22-24 2015

PARIS DESCARTES UNIVERSITY
INSTITUTE OF PSYCHOLOGY

BOULOGNE BILLANCOURT
FRANCE

CONFERENCE ORGANIZERS:

PARIS DESCARTES UNIVERSITY
PARIS SORBONNE UNIVERSITY
PARIS COLLEGE OF ART
ISTEC PARIS

of coating material, which can be permeable, semi permeable or impermeable.

Permeable shells are used for controlled release applications, while semi permeable capsules are generally impermeable to core material, but permeable to liquids of low molecular weight. Thus, these capsules can be used to absorb substances from the medium and release them again when brought out to it.

There are two basic structures that can be produced in the microencapsulation process: the "reservoir" and the "matrix" system types. In the first, a mononuclear particle is surrounded by a thin wall (microcapsule), and in the second, the encapsulated material is distributed systematically at the core of the capsule (microsphere) (VERSIC, 1998). The interfacial polymerization occurs through the dissolution of two monomers that complement each other and generate two immiscible solvents. The aqueous phase, in contact with the organic phase, forms a thin polymer layer that will be removed and handled subsequently. Several positive aspects are presented for this method as the possibility of proceeding at room temperature, without the need for high temperatures, fast reaction time and no need to have a precise stoichiometric equivalence (KAGE et al., 2002). The reagents or monomers are responsible for the interfacial polymerization to form the microcapsule shell, being present in the two phases.

Obtaining and applying microcapsules became a field related to the research in technological innovation and to the necessity to create a parallel with new materials and processes in the market (ROCHA et al., 2010). The application of emerging technologies arising from current research in the field of materials and processes improved the universe of products, addressing issues of comfort, convenience, necessity and desire. In the user-product perceptual interface there is a demand that encompasses the needs and desires in the relationship with products, affecting in the choice of materials and design (HEKKERT and SCHIFFERSTEIN, 2008). This perception includes the five senses (sight, smell, hearing, touch and taste). Technically, it is possible to modify the material by applying microcapsules, which presents itself as an alternative to change the material properties and consequently the user perception (MONLLOR et al., 2007).

3 MATERIALS AND METHODS

We choose to work with the orange essential oil for its therapeutic properties, since according to the aromatherapy area this oil is of great use to combat stress, nervousness and depression through its volatility and the active components uptake by the olfactory system. The offer and the cost are factors that influenced the choice of the orange essential oil, since it is a widely used product in Brazil. In addition, the orange tree is one of the most planted and studied tree worldwide.

To continue the controlled release of the aroma, we focused on designing microcapsules in order to impregnate it in different supports. In this study, polymeric microcapsules of melamine were developed by interfacial polymerisation in situ method. This method consists in the dissolution of two monomers that complement each other, generating two immiscible solvents. The aqueous phase, in contact with the organic phase, forms a thin polymer layer that will be removed and handled subsequently. The reagents or monomers are responsible for the interfacial polymerization to form the microcapsule shell, being present in the two phases.

Olfactory perception: study of encapsulation of orange oil for application in product design

Carolina Bustos Raffainer, Wilson Kindlein Junior and Leticia Scherer Koester

11TH EUROPEAN ACADEMY OF
DESIGN CONFERENCE

APRIL 22-24 2015

PARIS DESCARTES UNIVERSITY
INSTITUTE OF PSYCHOLOGY

BOULOGNE BILLANCOURT
FRANCE

CONFERENCE ORGANIZERS:

PARIS DESCARTES UNIVERSITY
PARIS SORBONNE UNIVERSITY
PARIS COLLEGE OF ART
ISTEC PARIS

For the development of experimental procedures preliminary tests previously and after the application of the microcapsules produced. The volatile oil was analyzed by Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) to assess its chemical constituents.

For the production of microcapsules the following equipment were used: electronic scale, automatic pipette, one jacketed beaker 500 mL, 50 mL beaker, magnetic stirrer and mechanical shaker with agitation of 200 and 500 rpm, ceramic filter, ultrasound, desiccators and centrifuge. As production materials: deionized water, formaldehyde, melamine, essential oil, acetic acid solution 50%, triethanolamine solution 60% and surfactant (cetyltrimethylammonium bromide, Tween 20®, Tween 80® or sodium lauryl sulfate).

In the first moment, to obtain polymeric microcapsules it was used as reagents: deionized water (200 mL), melamine (2.5 g), formaldehyde (6 mL) at a temperature of 70 °C. Emulsion pH was adjusted to 4.5 with acetic acid solution (50%). Pre-polymer pH was adjusted to 8.5 with triethanolamine 60%. The essential oil, initially, was used at a 10 mL volume, but many lump microcapsules were formed, and also, it did not show satisfactory dimensional and morphological appearance. Thus, we kept the same items listed with variation of the volatile oil to 8mL.

To prepare the emulsion, 200 mL of deionized water were placed into a 600 mL jacketed beaker. The surfactant was added and mixed until completely solubilization. Immediately after, it was added 8 mL of orange essential oil and the solution was taken to the ultrasound for 10 minutes. At this point, the pH was adjusted to 4.5 using the acetic acid solution.

The pre-polymer was prepared on a 50 ml jacketed beaker, with 7 mL of deionized water and 6 mL of formaldehyde. Under magnetic stirring at 70 °C it was immediately added 2.5 g of melanin and waited until the solution became clear again. Then the pH was adjusted to 8.5 using a triethanolamine solution. The stirring was regulated to 500 rpm while the pre-polymer was added by drops into the emulsion in the jacketed beaker at 70 °C. This solution pH was adjusted to 9.0 with triethanolamine. After the solution decanted it was centrifuged at a 10,000 rpm for 30 min. The paste formed was removed and transferred to a desiccator to dry out.

The microcapsules were analyzed and characterized by Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) and the scanning electron microscope (SEM) to analyze their format and size.

4 RESULT AND DISCUSSIONS

The size and morphology found were the best results for the microcapsules tested with different surfactants such as Tween 80®, Tween 20®, and SLS and CTAB (all tested separately). The use of different types of surfactants used in conjunction with agitation resulted in different sizes and characteristics. Dimensions between as 1.73 micron to 3.87 micron were found, however we choose the microcapsule prepared with surfactant Tween 20®.

As emphasize Kheradmandnia et al. (2010), the particle size decrease with increasing surfactant content. They found out that the surface tension reduction with the increase surfactant concentration facilitates the particles partition during homogenization and contributes to the particle size decrease.

11TH EUROPEAN ACADEMY OF
DESIGN CONFERENCE

APRIL 22-24 2015

PARIS DESCARTES UNIVERSITY
INSTITUTE OF PSYCHOLOGY

BOULOGNE BILLANCOURT
FRANCE

CONFERENCE ORGANIZERS:

PARIS DESCARTES UNIVERSITY
PARIS SORBONNE UNIVERSITY
PARIS COLLEGE OF ART
ISTEC PARIS

In Figure 1 we can see the orange essential oil microcapsules through a scanning electron microscope (SEM), demonstrating dimensions of 2.23 (μm), 2.33 (μm). It appears that the microcapsules obtained possess morphological and dimensional equilibrium allowing impregnation in different materials.

There are several supports that can be impregnated with volatile oil microcapsules prioritizing olfactory perception and enabling to add value to the products applied. These properties are enhanced with the touch, since the microcapsules shell opens providing the essential oil volatile components release. There are several products that can benefit from these impregnations, from toys to furniture, lamps and packaging. Through the use of this technology it is possible to incorporate olfactory perception in new design projects.

It is known that impregnation tests are needed to verify the effectiveness of microcapsules focusing in the oil controlled release from the support.

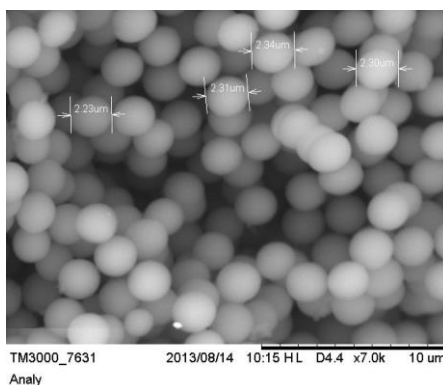


Figure 1 – Scanning electronic microscopy (SEM) applied in the microcapsules.

5 CONCLUSIONS

Once obtained the orange essential oil microcapsules, they can be applied in various supports, including textiles, foams, paints, paper, leather, allowing the designer to insert variables of olfactory perception in their designs projects focusing on user-product interface.

It is known that the essential oils active components release is helpful regarding the well-being of the user. Therefore, extensive studies will be performed for the essential oil release in the impregnation of different supports.

Acknowledgements - The authors thank CNPq (The Brazilian National Council for Scientific and Technological Development) support.

6 REFERENCES

Acharya, G. et al. (2010) The hydrogel template method for fabrication of homogeneous nano/microparticles. *Journal of Controlled Release*, 141, pp. 314–319.

Alexander, M. *Aromatherapy & Immunity: How the use of essential oil AIDS Immune Potentiality*. In: *FOUR PARTES, Part 1*, (2001) – How Essential Oil Odoutants Affect immune Potentiality. Harcourt publishers LTD, 2001. v. 11, n. 2.

Olfactory perception: study of encapsulation of orange oil for application in product design

Carolina Bustos Raffainer, Wilson Kindlein Junior and Leticia Scherer Koester

11TH EUROPEAN ACADEMY OF
DESIGN CONFERENCE

APRIL 22-24 2015

PARIS DESCARTES UNIVERSITY
INSTITUTE OF PSYCHOLOGY

BOULOGNE BILLANCOURT
FRANCE

CONFERENCE ORGANIZERS:

PARIS DESCARTES UNIVERSITY
PARIS SORBONNE UNIVERSITY
PARIS COLLEGE OF ART
ISTEC PARIS

Ashby, M. and Johnson, K. (2011); *Materiais e Design: Arte e Ciência da Seleção de Materiais no Design de Produto*. Rio de Janeiro: Elsevier.

Brito, a. M. G.; Rodrigues, s. A.; Brito, r. G.; Xavier-filho, I. (2014) Aromaterapia: da gênese a atualidade. *Rev. Bras. Pl. Med., Campinas, v. 15, n. 4, p.789-793, 2014.*

Buckle, J. (2002) Clinical Aromatherapy and AIDS. *Journal of the association of nurses in aids care, v. 13, n. 3, pp. 81-99.*

Damázio, V and Mont'Alvão, C. (2008) *Design, ergonomia e emoção*. Rio de Janeiro: FAPERJ.

Damázio, A. (1996) *O Erro de Descartes*. São Paulo: Companhia das Letras.

Dias, M. R. (2009) *Percepção dos materiais pelos usuários: Modelo de avaliação Permatius*. Programa de pós Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, TESE, Florianópolis.

Gnatta, J. R.; Piason P. P.; Lopes C., Rogenski N. M.; Silva M. J., (2014) Aromaterapia com ylang ylang para ansiedade e autoestima: estudo piloto. *Rev. Esc. Enferm. USP, v. 48, n. 3, São Paulo. ISSN 0080-6234*

Ghosh, S.K. (2006) *Functional coatings: by polymer microencapsulation*. Weinheim: Wiley-VCH.

HAMMAD, Umer et al. (2011). *Microencapsulation: Process, Techniques and Applications*. International Journal Of Research In Pharmaceutical And Biomedical Sciences, India, v. 2.

Hekkert, P.; Schifferstein, H. N. J., (2008) "Introducing product experience", San Diego: Elsevier.

Hendrik N.J.; Schifferstein and Paul Hekkert (2008) *Product Experience*. ISBN: 978-0-08-045089-6.

Hirech, K et al. (2003) *Microencapsulation of an insecticide by interfacial polymerization*. Powder Technology, 130 pp. 324-330.

Kallid, H. (2006) *Embracing diversity in user needs for affective design*. Campinas: Malaysia, Applied Ergonomics, 37 pp. 409-418.

Krippendorf, K. (1995) *On the Essential Contexts of Artefacts on the Proposition that "Design is Making Sense (of Things)"*. In: MARGOLIN, V. Buchanan (Ed). *The Idea of design*. London: The MIT Press, pp. 156-184.

Löbach, B. (2001) *Design Industrial: bases para configuração dos produtos industriais*. São Paulo: Edgard Blücher.

Mondal, S. (2008) *Phase change materials for smart textiles—An overview*. Applied Thermal Engineering, 28 pp. 1536–1550.

Monllor, P. et al. (2007) *Characterization of the behavior of flavor microcapsules in cotton fabrics*. European Polymer Journal, 43 pp. 2481-2490.

Nasel C. et al (1994). *Functional Imaging of effects of fragrances on the human brain after prolonged inhalation*. Chem Senses 19:359-364.

Olfactory perception: study of encapsulation of orange oil for application in product design

Carolina Bustos Raffainer, Wilson Kindlein Junior and Leticia Scherer Koester

11TH EUROPEAN ACADEMY OF
DESIGN CONFERENCE

APRIL 22-24 2015

PARIS DESCARTES UNIVERSITY
INSTITUTE OF PSYCHOLOGY

BOULOGNE BILLANCOURT
FRANCE

CONFERENCE ORGANIZERS:

PARIS DESCARTES UNIVERSITY
PARIS SORBONNE UNIVERSITY
PARIS COLLEGE OF ART
ISTEC PARIS

Nelson, G. (2002) Application of microencapsulation in textiles. *International Journal of Pharmaceutics*, 1 pp. 55-62. Norman, D. (2004). *Why we love or hate everyday things*. Basic Books, New York, NY.

Ren, P.W. et al. (2010) Monodisperse alginate microcapsules with oil core generated from a microfluidic device. *Journal of Colloid and Interface Science*, 343 (2010) 392–395.

Rocha, T.L.A.C. (2010). Aplicações de microcápsulas: design de produto e gráfico. XXII Salão de Iniciação Científica, Oral presentation.

Siepmann, J and Siepmann, F. (2006) Microparticles used as drug delivery systems. *Progress Colloid Polymer Science*, 133, pp. 15-21.

Soudrya et al. (2011) Les bases communes du système olfactif et des émotions. - *Annales francaises d'otorhino-laryngologie et de pathologie cervico-faciale*. Publie par Elsevier Masson SAS.

Umer et al. (2011) Microencapsulation: Process, Techniques and Applications. *International Journal Of Research In Pharmaceutical And Biomedical Sciences*, 2 pp. 474-481.

Vale TG, Matos FJA, Lima TCM, Viana, GSB (1999). Behavioral effects of essential oils from *Lippia Alba* (Mill) N. E. Brown chemotypes. *Journal of Ethnopharmacol* 67:127-133. Elsevier.

Versic, R. J. Coacervation for flavor encapsulation. Available on: <http://www.rtdodge.com/coacer.html>.

Wolffenbittel A., (2011) *Base Química dos Óleos Essenciais e Aromaterapia: Abordagem Técnica e Científica*. São Paulo: Editora ROCA Ltda.

You, M. et al. (2010) Effects of type and contents of microencapsuled n-alkanes on properties of soft polyurethane foams. *Thermochimica Acta*, 500, pp. 69–75.

APÊNDICE C – ARTIGO PUBLICADO EM CONF. INTEGRATION OF DESIGN, ENGINEERING & MANAGEMENT FOR INNOVATION

INT. CONF. ON INTEGRATION OF DESIGN, ENGINEERING & MANAGEMENT FOR INNOVATION

A.A. Fernandes, R.M. Natal Jorge, L. Patrício, A. Medeiros (Eds)

Porto, Portugal, 4-6th September 2013

THE INSERTION OF OLFACTIVE MICROCAPSULES IN SEVERAL MATERIALS WITH ADVANTAGE FOR PRODUCT INNOVATION

**Rodolfo Rolim Dalla Costa¹, Wagner Soares Rossi², Carolina Bustos³,
Liane Roldo⁴ and Wilson Kindlein Jr.⁵**

^{1, 3, 4} Postgraduate Program in Design, Federal University of Rio Grande do Sul;
rodolfodallacosta@yahoo.com.br¹, cbstos@terra.com.br³, liane.roldo@ufrgs.br⁴

^{2,5} Postgraduate Program in Mining, Metallurgical and Materials Engineering, Federal University of Rio Grande do Sul;
wsrossi@gmail.com², kindlein@portoweb.com.br⁵

KEYWORDS: Product design, Essential oils, Materials, Microcapsules, Innovation.

ABSTRACT: *This study presents the possibility and design options for applying ceramic or polymeric microcapsules in different materials. The olfactory sense is transposed here as a perception feature, which may add value to product development. The aim of this work is to verify the applicability of ceramic and polymeric microcapsules containing fennel fragrant oil. The microcapsules synthesis was followed by application in different materials such as polyurethane foam, wood, paper, polyester fabric and cotton fabric. The characterization of the microcapsules as well as the materials with microcapsules were done by optical microscopy and scanning electron microscopy. Results have shown that fibrous, porous or hollow materials may be filled with microcapsules with considerable accomplishment. Also, thinking user-centered design, microcapsules might add meaning to objects through tangible and intangibles senses.*

INTRODUCTION

The concept of adding unique features to products, in order to confer functions that go beyond the actual use, and by exploring human perception in building innovative products, is an interesting topic to be studied in usercentered design. Therefore, this work addresses the applicability and the olfactory perception of aromatic microcapsules in the following fibrous, porous or hollow materials: polyurethane foam, wood, paper, polyester fabric and cotton fabric. In this research are covered an overview of the chemical synthesis, as well as the materials characterization and microcapsules application analysis in diferente substratum. The main goal of this research is to verify the applicability of ceramic and polymeric microcapsules containing fennel oil through the investigation of the relation between its morphology and size with its mechanical anchoring to the diferente materials.

LITERATURE REVIEW

Microencapsulate is to use a method for generating a type of shell, with a nanostructured wall, surrounding a core to which is given the name of microcapsule. The microcapsules have rounded shapes with certain irregularities and are located in the micrometer-sized.

Produce a micro shell is defined by the technique of coating solid particles, liquid droplets or gas bubbles with a capsule (GOSH, 2006). By means of the microencapsulation it is possible create a set of properties offered by different materials. ven inorganic and organic compounds can be adjusted to "operate" together by the use of microcapsules. The shell is considered not reactant with an inert material inside the microcapsule (GHOSH, 2006). The active materials (core) can be drugs, enzymes, dyes, oils, fragrances, salts, water, and others. (YOU et al., 2010).

The shell material may be olymeric, ceramic or gelatin. These are materials that confer the physical, chemical, echanical, and application form of microcapsules. The core is the part that will promote the urpose of the microcapsules using with the breaks of the shell to release the material inside. It is worth to say that it is not always necessary to break the shell to release the material. In the case where the microcapsules possess a ceramic shell, that is a porous material, the core may be released from the pores. Active materials can be in solid, liquid or gaseous and formulated with one or more "ingredients" (GHARSALLAOUI et al. 2,007).

The design, to be understood as a field linked to research in technological innovation and need to create a parallel

with new materials and processes on the market (ROCHA et al., 2010). The application of emerging technologies arising from current research in the field of materials and processes has improved the universe of products, addressing issues of comfort, convenience, necessity and desire. One way to perform against these needs and wants in the relationship is interfering materials and design, specifically in user perception – product (HEKKERT and SCHIFFERSTEIN, 2008). This perception includes the five senses (sight, smell, hearing, touch and taste). Technically it is possible to change the material by application of microcapsules, which shows up as an alternative to changing the properties of the material thereby altering the perception of the same user, thus creating new possibilities of use and improving existing ones (MONLLOR et al., 2007).

This research addresses the universe related to the olfactory sense. The microcapsules utilized core with essential oil of fennel. In this sense it is critical to understand the olfactory system. Soudrya (et al., 2011), emphasizes that the olfactory bulb is the first mechanism of the olfactory system, which has about 8000 glomeruli that receive axons of primary olfactory neurons. Converge on a glomerulus messages from sensory neurons expressing a given receptor protein. The strong convergence of many axons in glomerular rule enables the detection of weak signals. The image of an odor in the olfactory bulb is formed by the set of clusters corresponding to different receptor proteins activated by smell. The efferent glomerular cells, mitral cells transmit information to the piriform cortex. There is thus a real map neuronal card "activation" called glomerular "odotopique". The axons of the mitral cells of the olfactory bulb successively through the olfactory peduncle and olfactory test strips before being projected in the primary olfactory cortex and the information processed by the piriform cortex is designed in different regions of the brain: the orbitofrontal cortex, the amygdala, hypothalamus, insula, entorhinal cortex and hippocampus. More than any other sensory modality, smell divides the emotions the ability to assign a positive valence (appetitive) or negative (aversive) to environment. A smell can be defined as a particular feeling produced by the action of certain chemicals in the olfactory system. The smell is the function by which odors are for clues.

The sense of smell can detect many substances present in the air in matters of less than one second. There are some physical factors that affect the degree of olfactory stimulation, only volatile substances can be inhaled through the nostrils and submitted to smell; stimulating substances need to be slightly soluble to cross the mucosa and reach the olfactory cells and stimulating substances need to be slightly soluble not to be repelled by the lipid components of the cellular membrane (CORAZZA, 2010).

There is no consensus on the definition of an emotion. To Larousse dictionary, an emotion is a disorder suffers transient agitation caused by a strong feeling of fear, surprise, joy, etc. Some evoke the emotional dimension, others insist on their physiological and behavioral aspects: the tendency to act. Neuroscience has classified the simple emotions and secondary emotions. They are called simple or primary when they are accompanied by facial expressions or gestures universal, regardless of the footprint of education and culture. (BUCKLE, 2000).

Essential oils are composed of many chemical components, and may even exceed 300 components. With this feature the pure essential oil is replaced by a very high value and its applications are numerous, areas such as perfumery, cosmetics, food and health for their therapeutic potential, environmental, fashion (use of oil and fiber materials – recently popularized).

According to Wolffenbuttel (2011) essential oils are volatile compounds produced by plants for their survival. Among the secondary compounds are alkaloids, flavonoids, saponins and essential oils. The essential oils are chemicals that perform the functions of self-defense and to attract pollinators.

For the development of applications, were used four methods for adhesion of microcapsules to supporters proposed. The first consists in the impregnation by mechanic agitator. The method used was the impregnation exhaustion, which is a process where the dye is shifted the bath to the fiber, having a contact frequente between them, which takes by moving of one or both of them (SALEM, 2010). The second method is the same as impregnation, as described, however, followed by applying ultrasonic processor (SONICS Vibra-Cell™). The third application procedure is silk screen printing. This process is one of the conventional printing systems more versatile and produces excellent results can be applied to different materials, areas, sizes, shapes, textures, thicknesses and with different types of inks and colors (FERNANDES, 2003; GOMES FILHO, 2006). This method, according Fonseca (2008), can generate only one print as well as various. Furthermore, the material to be printed need not be flat, it can be curved for example. This matrix can be flat or cylindrical; the procedure consists at passing the ink for pressure with a squeegee under a stencil mounted on a screen (matrix) of silk tissue (or other textile fabrics, such as nylon or dacron) in a stretched rack. The matrix can be cut manually on newsprint or other material. It can also be painted on the screen itself with obstructing substances (glues or others), or attached by photographic emulsion (FONSECA, 2008).

Finishing the construction of referential procedures adopted for this study presents a description of the method for ink jet printing. Singh (2009) proposes that inkjet printing is a technique for material deposition for materials

in the liquid phase. These are formed by solute dispersed in solvents. The process involves the ejection of a controlled amount of ink from a chamber through a micrometer nozzle. A drop splashed on the substrate undergoes gravity and air resistance, and spreads at the impulse acquired in this movement. The drying occurs almost instantaneously by solvent evaporation. Inkjet printers are characterized by forming images on paper supports by spraying fine droplets of ink. They are very popular due to ease access by the users, who can install it in their homes so simple and practical. These devices print in black & white and colorful in different types of paper (SHELLY, 2012).

MATERIALS AND METHODS

All applications and tests were performed at the Laboratory of Design and Materials Selection (LdSM) of the Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS).

To start this stage were developed melamine formaldehyde polymeric microcapsules by the interfacial polymerization synthesis method. Following, ceramic microcapsules formed from tetraethyl orthosilicate were synthesized by sol-gel process.

The reagents, emulsion and ceramic precursor, and the quantities used to formulate the ceramic microcapsules are: 250 mL of deionized water, 34 mL of hydrochloric acid (HCl) 37%, surfactant Tween 20 (C₅₈H₁₁₄O₂₆), tetramethyl orthosilicate, 4g (C₈H₂₀O₄Si) core and essential oil of fennel.

The reagents, emulsion and pre-polymer, to form polymeric microcapsules, with the measures consist in: 200 mL of deionized water, 6 mL of formaldehyde (CH₂O), 2.5 g of melamine (C₃H₆N₃), Tween 80 as surfactante (C₅₈H₁₁₄O₂₆), essential oil of fennel and triethanolamine (C₆H₁₅NO₃) to the pH adjust. For the development of the experimental procedures were performed some tests before and after application of the microcapsules produced. The microcapsules morphology and size were analysed by scanning electron microscopy (SEM), HITACHI TM300. The application proposed in different materials gave up with the following procedures: foams, wood and cotton fabric by impregnation; paper for thermal inkjet printing, and silkscreen for polyester fabric. The analysis of these applications was also performed using the SEM and optical microscopy (OM) - OLYMPUS BX41M-LED.

RESULTS AND DISCUSSIONS

Firstly are presenting two images, Figure 1 and 2, with the SEM of microcapsules after the reaction of microencapsulation. In the pictures there is an overview of the microparticles shape used for this study. The size of the ceramic microcapsules is between 800 nm and 6 µm whereas the polymeric have dimensions between 2.5 and

4.5 µm. With this and other studies conducted LdSM-UFRGS it is possible to suppose that microcapsules dimensions and forms are more than polymeric microcapsules.

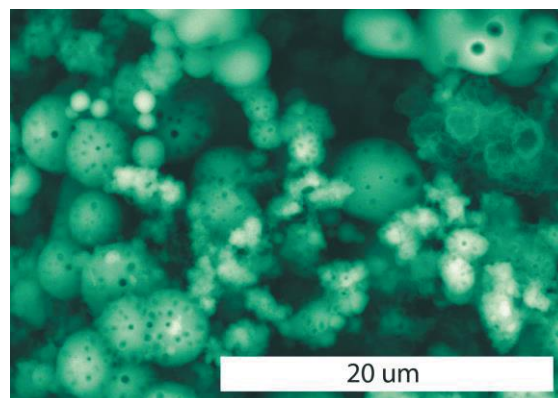


Fig 1 Ceramic microcapsules containing fennel oil.

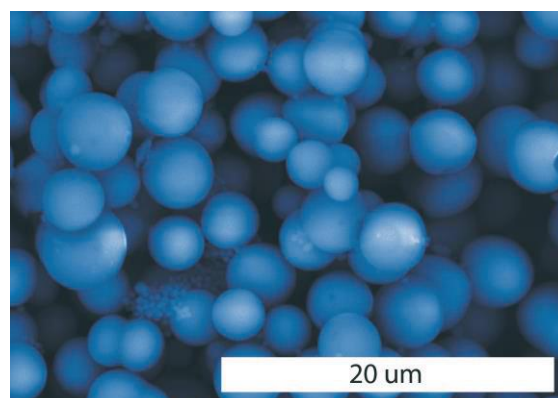


Fig 2 Polymeric microcapsules containing fennel oil.

Figure 3 presents an overview of the materials treated and not treated with microcapsules. It is arranged in a grid of microscopies of the microcapsules inserted in the suggested materials. In the images are displayed the dispersion of the microcapsules through each method of application. With the ultrasonic processor applied to Figure 3 (a) and (b) there is a more uniform dispersion of the microcapsules, in polyurethane foam, to increase the 2 mm, it is possible to have a good view of this (whitish points). Even in Figure 3 (b) in which the magnification in the wood is equal to 100 µm, this dispersion can be observed. Already in Figures 3 (c) and (d) relating to tissues, occurs by screen printing and impregnation methods a more unsightly dispersion. The microcapsules are presented in blocks and are usually situated at the meeting of the fabric fibers, especially in the silk screen printing process. In the liquid inkjet, Figure 3 (e), also shows a more uniform dispersion. This procedure disperses microcapsules by the system drop-on-demand, that is, thousands of droplets per second are recorded on paper carrying with them the microcapsules.

The potential of each material, according to their characteristics, fibrous or porous, together with the method of application, is noted with the amount of microcapsules which acceded in the structure constituent. All the materials have acquired olfactory properties, arranged according to the purpose, with the possibility of adding value to the products applied. These properties are intensified with the touch, since, the shell of microcapsules ruptures releasing the essential oil. From toys until furniture, luminaires and packaging through, the use of this technology tends to improve aspects of perception and emotion. For future testing proposes an analysis of the microcapsules accession in each material through diferente durability assays.

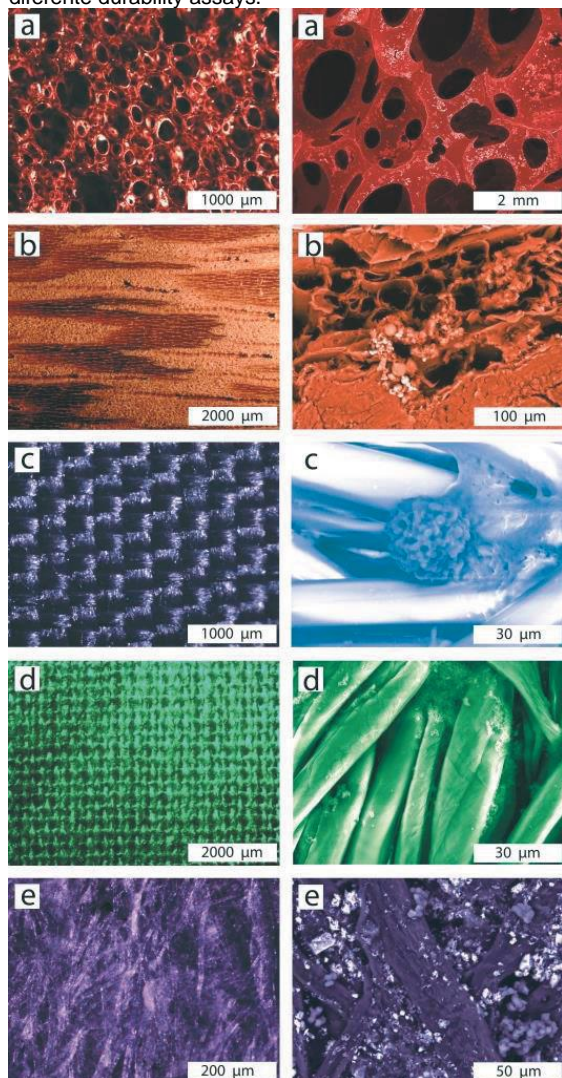


Fig 3 In the left column are arranged optical microscopy only the material, in the right side are the SEM images applied to the microcapsules. (a) polyurethane foam; (b) angelim forest wood, (c) polyester fabric (d) cotton fabric, (e) recycled paper. This image has been improved in a photo editing software.

In Figure 3 (a) is shown the application of polymeric microcapsules of fennel in polyurethane foam. The impregnation was performed by immersion in 300 mL of deionized water with 1.5 g of microcapsules. The solution was subjected to magnetic stirring for 60 minutes at 150 rpm, and then to the ultrasonic probe with an amplitude of 60% for 30 minutes.

The angelim pedra (*Hymenolobium excelsum* Ducke Fabaceae), Figure 3 (b), is configured as a type of wood very fibrous. The application of the microcapsules followed the same method of the polyurethane foam, though the shell used for this application was compound for ceramic material.

The support in Figure 3 (c) is a polyester fabric, Oxford trade name, the application method is screen printing. The sample dimensions are 10 x 10 cm. For it, a mixture containing approximately 20 g of screen printing varnish (solvent base) and approximately 1.5 g of polymeric microcapsules with essential oil of fennel was prepared. About 15 g of the mixture was poured on the screen using a squeegee and applied on the support.

The sample of Figure 3 (d) was also subjected to impregnation however without application in ultrasonic probe. The sample of cotton fabric was cut into a size of approximately 4 x 4 cm. Was prepared in a beaker, 1000 mL of an aqueous solution containing 600 mL of deionized water and about 1.5 g of polymeric microcapsules with aromatic essence of fennel, produced in LdSM-UFRGS. The fabric was dipped into the solution and stirred with a speed of 200 rpm in a mechanical shaker (FISATOM 713D) for about 2h.

To close the applications, the method shown in Figure 3 (e) is the liquid inkjet. Through the application in a home thermoelectric printer cartridge, microcapsules were applied on recycled paper. Importantly, this method is still under improvement by studying the thermoelectric mechanism, which possesses ink exit holes with an average size of 13.5 μm often causing clogging of the print nozzles.

CONCLUSIONS

The materials chosen are presented with the microcapsules in their polymeric structures and ceramics. This demonstrates the feasibility of various applications regarding the product necessary, this study consists only in a demonstrative possibilities microcapsules applications at the materials purposes, bringing benefits for the area of design perception. Joining aspects of chemical engineering, such as the microcapsules fabrication, with issues of product design, materials selection and design for well-being, it is possible to develop products with synesthetic profusion; this adds value to objects through tangible and intangibles features. Many other fibrous materials, porous or hollow can receive the insertion of

microcapsules. The methods of application can be improved and new methods designed to increase the adhesion of the microcapsules in the substratum. The adherence of microcapsules might be optimized with further studies, such as evaluations by washing tests and degradations analyzes in environmental chamber.

Rocha, T.L.A.C., Roldo, L., Sturmer, P.B., R. "Aplicações de microcápsulas: design de [... gráfico.]", XXII Salão de Iniciação Científica, oral presentation, 2010.

Rodolfo Rolim Dalla Costa, Wagner Soares Rossi, Carolina Bustos, Liane Roldo and Wilson Kindlein Jr.

ACKNOWLEDGEMENTS

Support from Brazilian Research Agency NPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Tecnológico and FAPERGS - Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul is from the authors gratefully acknowledged.

REFERENCES

Buckle, J., The use of essential oils for outcomes that are measurable. *Journal of the Association of Nurses in AIDS Care*, v. 13, n. 3, 81-99, 2000.

Corazza, S., *Aromacologia: uma ciência de muitos cheiros*, Editora SENAC, São Paulo, 2010.

Fernandes, A. *Fundamentos de produção gráfica para quem não é produtor gráfico*, Editora Rubio, Rio de Janeiro. 2003.

Fonseca, J. *Tipografia & Design Gráfico: design e produção gráfica de impressos e livros*, Bookman, Porto Alegre, 2008.

Gharsallaoui, A., Roudaut, G., Chambin, O., Voilley, A. Saurel, R. Applications of spray-drying in microencapsulation of food ingredients: An overview, *Food Research International*, v. 40, p. 1107-1121, 2007.

Ghosh, S.K., *Functional coatings: by polymer microencapsulation*, Weinheim: Wiley-VCH, 2006.

Gomes Filho, J. *Design do objeto: bases conceituais*, Escrituras, São Paulo, 2006.

Hekkert, P., Schifferstein, H.N.J., *Introducing product experience*, San Diego: Elsevier, 2008.

Monllor, P., Bonet, M. A, Cases, F., Characterization of the behaviour of flavor microcapsules in cotton fabrics, *European Polymer Journal*. n. 43, p. 2481-2490, 2007.

Salem, V., *Tingimento Têxtil: fibras, conceitos e tecnologias*, Blucher, São Paulo, 2010.

Shelly G.B., Vermaat M. E. *Discovering Computers: your interactive guide to the digital world*, Course Technology, Boston, 2012.

Singh M., Haverinen H. M., Dhagat P., Jabbour G. E., *Inkjet Printing—Process and Its Applications*, *Advanced Materials*, 22, 673–685, 2010.

Soudrya, Y., et. All, Les bases communes du système olfactif et des émotions. – *Annales francaises d'otorhinolaryngologie et de pathologie cervico-faciale*, Elsevier Masson SAS. doi:10.1016, 20–26, 2011.

Wolffenbuttel, A., *Base Química dos Óleos Essenciais e Aromaterapia: Abordagem técnica e Científica*, Editra ROCA Ltda., São Paulo, 2011.

You M., Zhang XX., Wang XC., Zhang L., W of type and contents of microencapsuled properties of soft polyurethane foam, *Therm* 500 (2010) 69–75, 2010.

