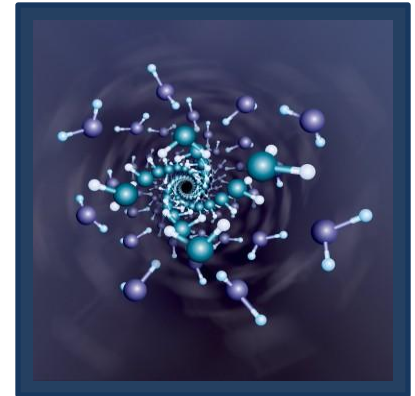


**NANOPACKSAFER:
NANO-engineered PACKaging
systems for improving quality,
SAFETY and health characteristics
of foods**



Ana Cristina Pinheiro
Departamento de Engenharia
Biológica
Universidade do Minho

Objectivos

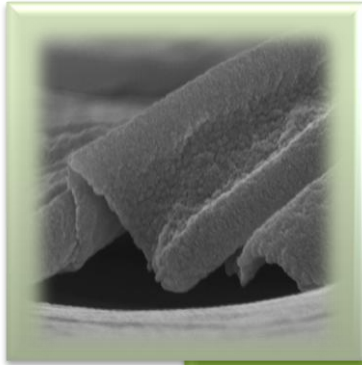


Tarefa 3

- ✓
- ✓
- Aplicar métodos baseados em nanotecnologia para a produção de nanofilmes;
- Caracterizar fisicamente as nanoestruturas produzidas;
- Acompanhar a digestão e a libertação de ingredientes funcionais das nanoestruturas num sistema gastro-intestinal;
- Avaliar os efeitos dos nanofilmes nas propriedades físicas e químicas de sistemas alimentares durante o seu tempo de prateleira.

Tarefa 4

- ✓
- Estudar as propriedades mecânicas, de barreira, de superfície e morfológicas das nanoestruturas ;
- Caracterizar a estrutura dos polímeros usados na preparação das nanoestruturas.

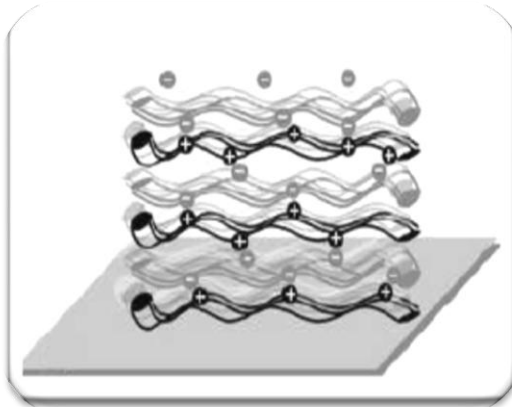


- **Nanolaminados de alginato e quitosano**

Introdução



Nanolaminados



- 2 ou mais camadas de material de dimensões nanométricas que se encontram física ou quimicamente ligadas;
- Técnica de deposição Layer-by-Layer (LbL): atracção electrostática.

Vantagens

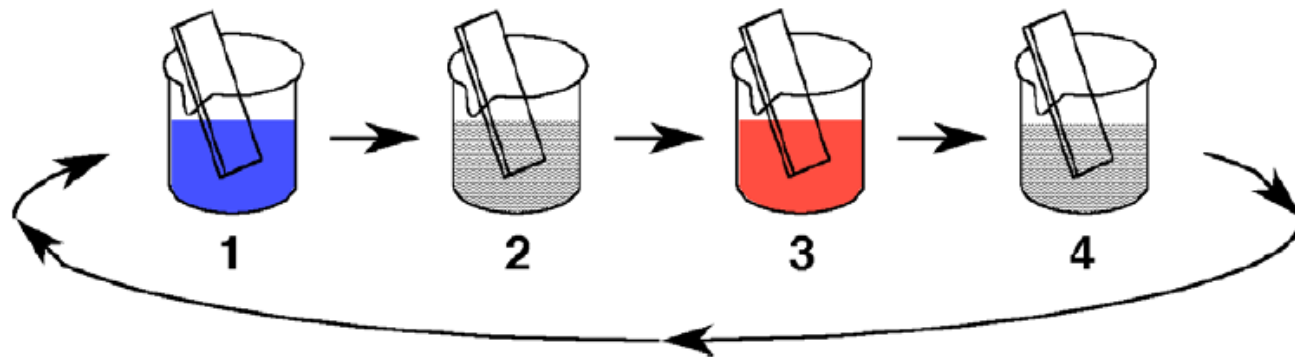
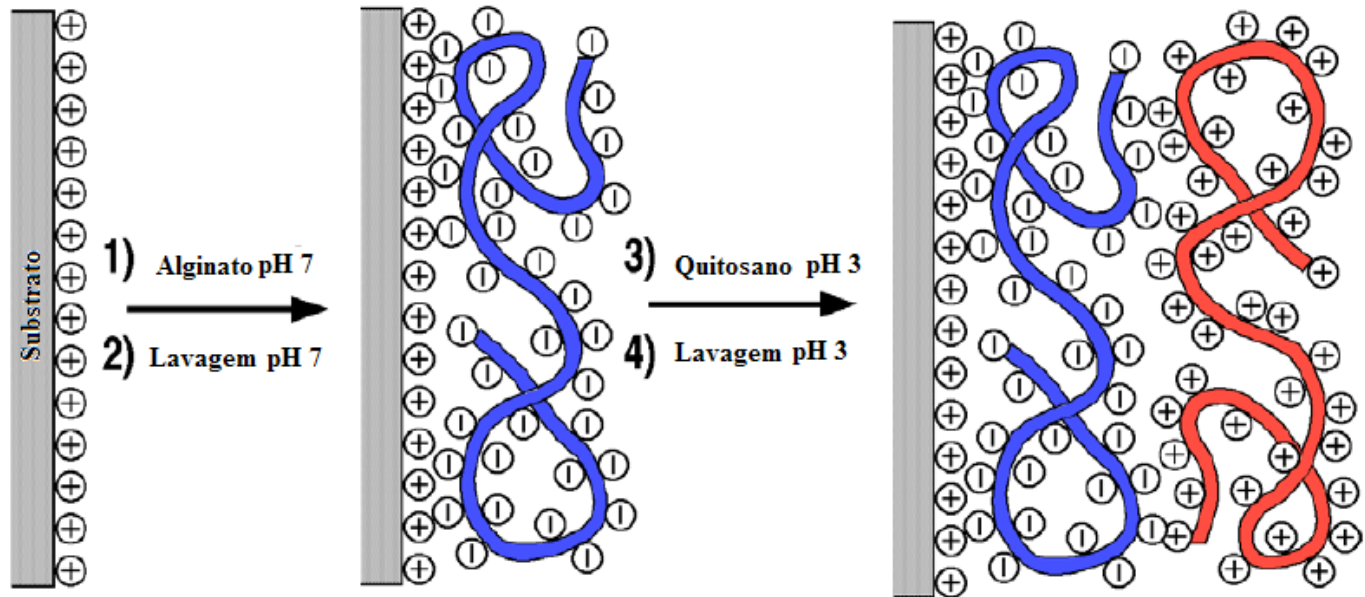
- Melhor estabilidade física em situações ambientais agressivas;
- Melhor estabilidade química aos compostos activos incorporados ;
- Maior controlo sobre a taxa de libertação.

Nanoemulsões

Materiais e Métodos



Nanolaminados

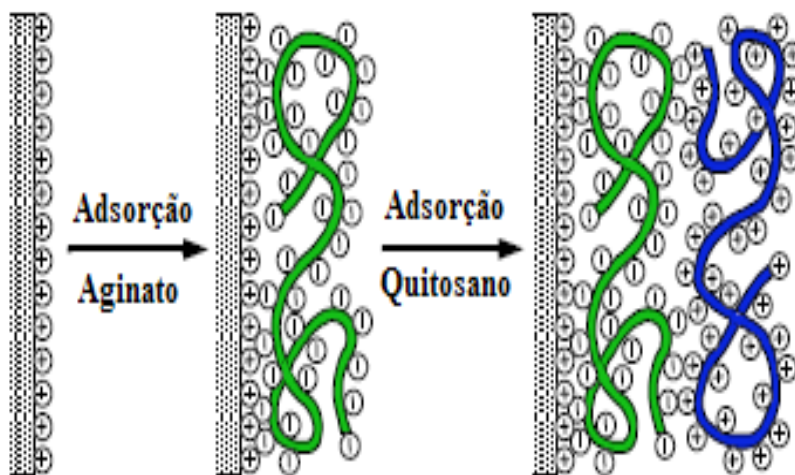


Nanoemulsões



Resultados

Nanolaminados



Potencial Zeta (mV)

Alginato	Quitosano
-62.13 ± 4.01	$+58.28 \pm 4.18$

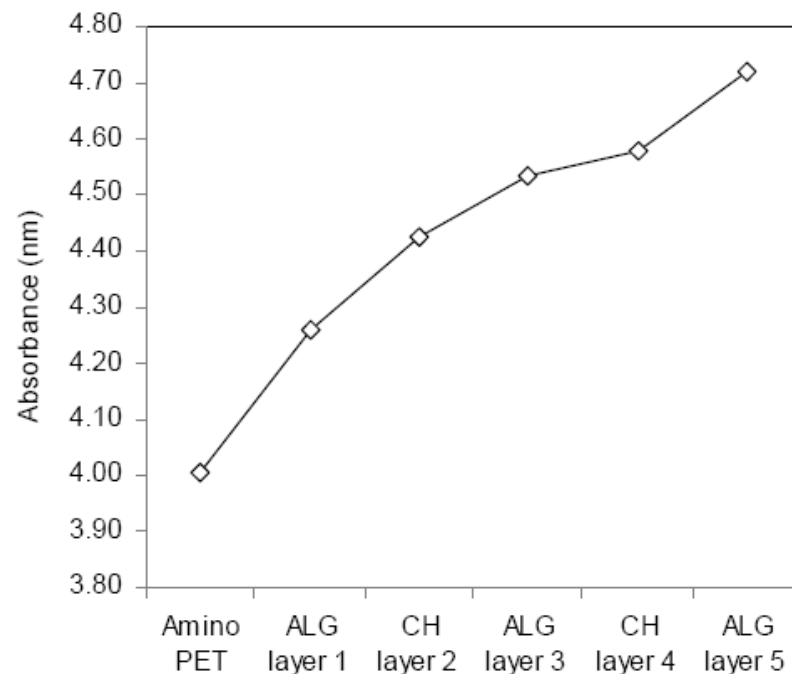


Figura 1: Formação das nanocamadas monitorizada por leitura de absorvância a 260 nm.

Nanoemulsões

Resultados

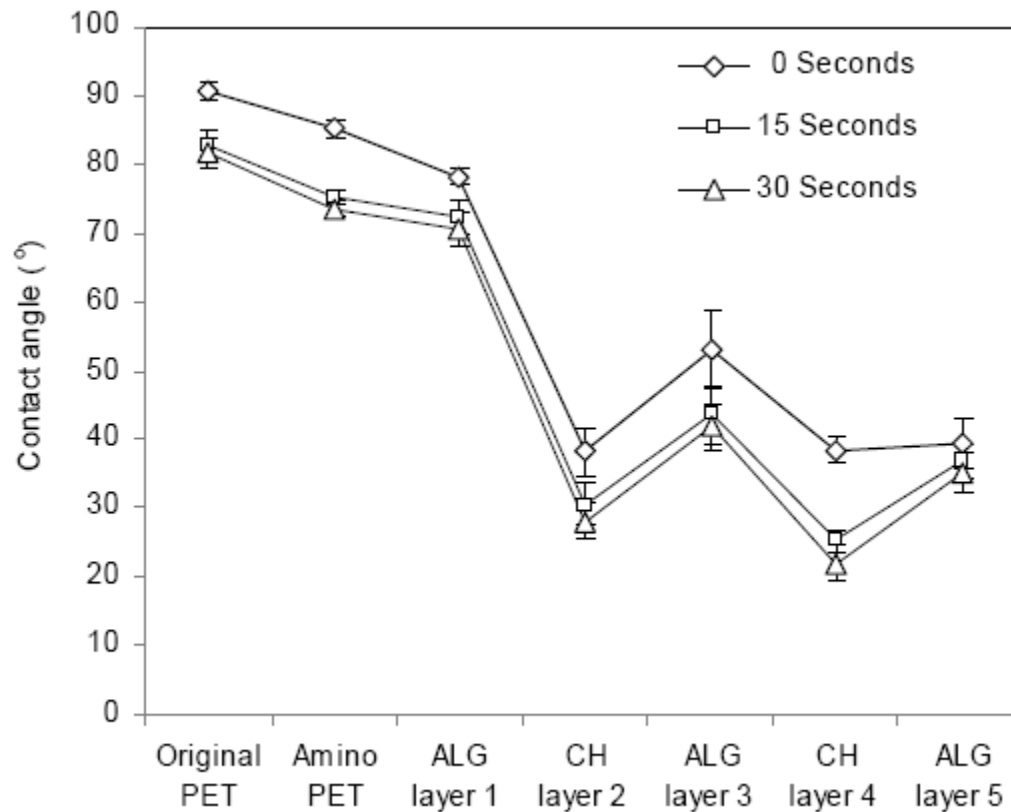


Figura 2: Medição dos ângulos de contacto (tempo 0, 15 e 30 s após a aplicação da gota).

Resultados



Tabela 1: Valores da permeabilidade ao vapor de água (WVP)

Sample	$WVP \times 10^{-11} \text{ g m}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$	Thickness (μm)
A/C PET	0.92 ± 0.07	100.10
Polysaccharide multilayer	$0.014 \pm 0.001^*$	0.12
Nanolayered film	0.85 ± 0.04	100.22



Resultados

Nanolaminados

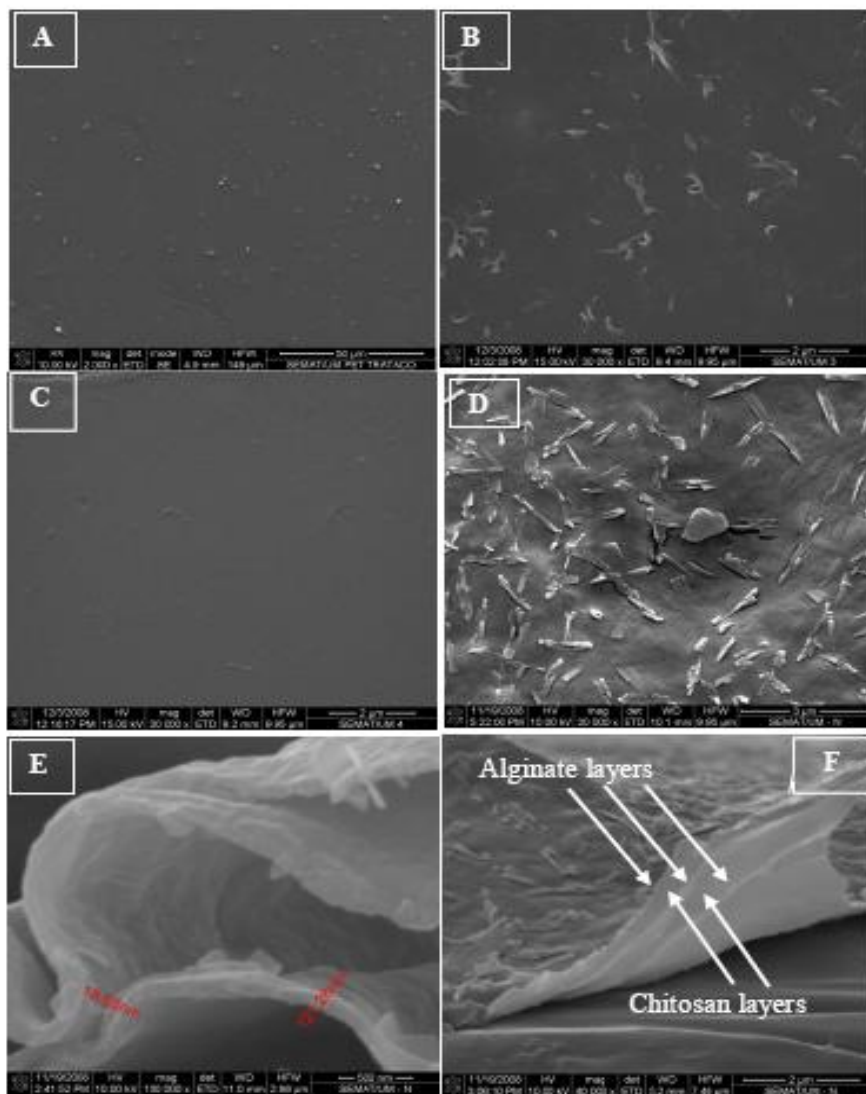
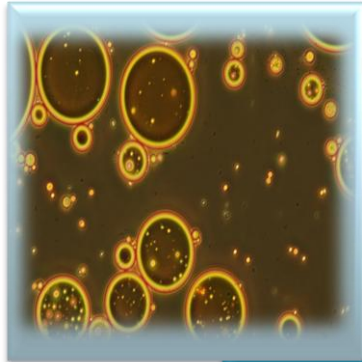


Figura 3: Imagens obtidas por SEM:
(A) morfologia da superfície do PET aminolizado
(B) Primeira camada de alginato
(C) Primeira camada de quitosano
(D) Superfície com 5 camadas
(E) Espessura das camadas
(F) Imagem da secção transversal do filme nanolaminado .

Nanoemulsões

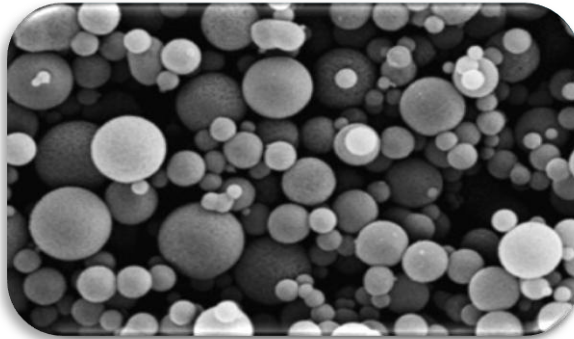


- Nano-emulsões de β -caroteno

Introdução



Nanolaminados



- Diminuição da velocidade da degradação química dos compostos bioactivos;
- Aumento da estabilidade cinética dos compostos activos;

β -caroteno

- Actividade antioxidante;
- Excelente fonte de vitamina A;
- Insolúvel em água e pouco solúvel em óleo à temperatura ambiente;
- Sensível ao oxigénio, luz e calor.

Nanoemulsões

Materiais e Métodos



- Preparação das nanodispersões de β -caroteno em n-hexano

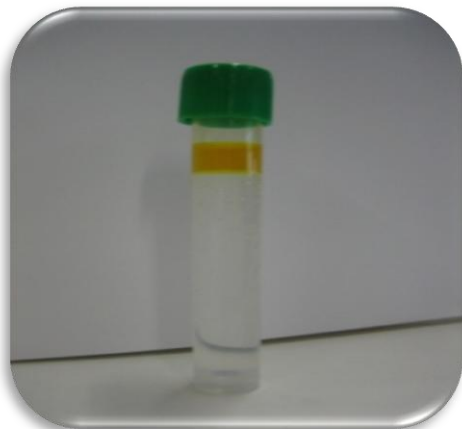


Figura 4: Solução contendo as fases imiscíveis: água e β -caroteno

- 0.3 % m/m de β -caroteno em n-hexano;
- 0.5 % m/m de Tween 20;
- Adição da fase orgânica à fase dispersa numa razão de 1:9

- Homogeneização recorrendo ao Ultra-Turrax (variação da velocidade, número de ciclos e tempo);
- Remoção do n-hexano através de um evaporador rotativo.

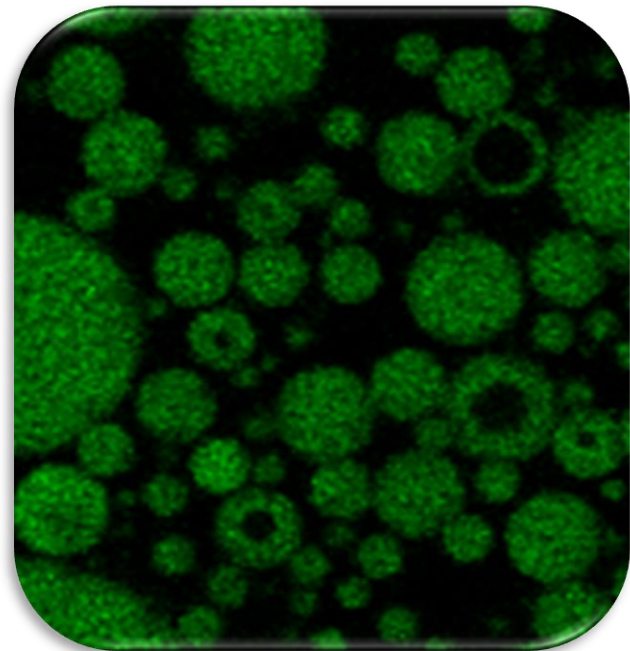
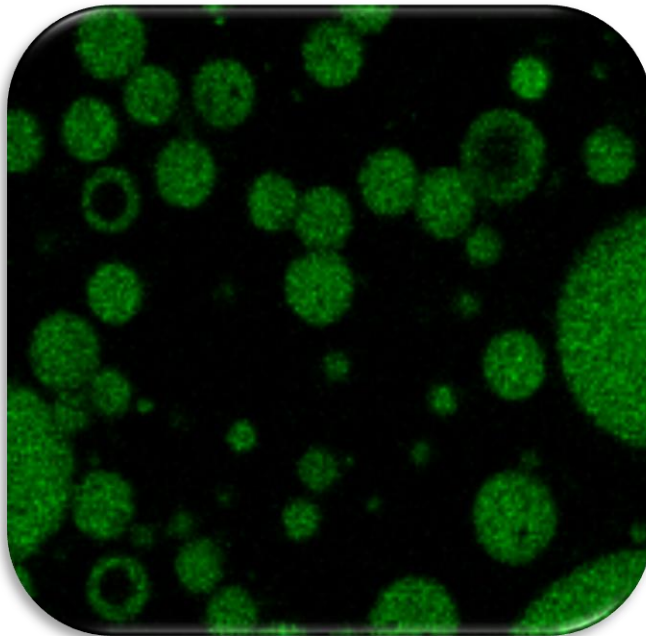


Figura 5 – Emulsão após o processo de homogeneização e evaporação do solvente

Resultados



Nanolaminados



Nanoemulsões

Figura 6 – Imagens de microscopia confocal a laser das nanodispersões de β -caroteno.

Resultados



Tabela 2 – Valores de $D_{3,2}$ e $D_{4,3}$ obtidos para as diferentes amostras

Amostra	Rpm (min ⁻¹)	Ciclos	Tempo (min)	$D_{3,2}$ (nm)	$D_{4,3}$ (nm)
1	3500	1	2	130.06 ± 0.45	146.60 ± 2.28
2	3500	1	8	171.79 ± 8.37	200.68 ± 0.13
3	3500	3	2	142.79 ± 0.36	166.89 ± 2.48
4	3500	3	8	120.04 ± 6.60	153.05 ± 5.59
5	6500	1	2	159.92 ± 10.51	200.95 ± 1.21
6	6500	1	8	9.24 ± 0.16	9.78 ± 0.14
7	6500	3	2	228.63 ± 0.01	276.77 ± 17.70
8	6500	3	8	10.27 ± 1.85	10.78 ± 2.04
9	5500	2	5	180.07 ± 6.26	214.68 ± 24.22
10	5500	2	5	159.99 ± 0.01	183.00 ± 6.25
11	5500	2	5	145.87 ± 2.02	170.68 ± 7.12

Resultados



Tabela 3 – Valores de L^* , a^* , b^* e concentração de β -caroteno das diferentes amostras.

Amostra	L^*	a^*	b^*	Concentração de β -caroteno ($\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)
1	28.70 ± 0.01	1.98 ± 0.03	2.76 ± 0.03	2.19 ± 0.02
2	28.18 ± 0.02	1.87 ± 0.03	2.84 ± 0.04	4.58 ± 0.18
3	28.64 ± 0.03	1.82 ± 0.03	3.04 ± 0.02	2.80 ± 0.04
4	27.91 ± 0.03	2.29 ± 0.03	2.33 ± 0.03	3.13 ± 0.02
5	27.29 ± 0.01	2.11 ± 0.02	2.09 ± 0.04	5.53 ± 0.06
6	24.50 ± 0.47	1.36 ± 0.06	3.28 ± 0.27	4.32 ± 0.17
7	26.79 ± 0.17	1.90 ± 0.04	1.47 ± 0.09	12.85 ± 0.27
8	31.52 ± 0.03	3.91 ± 0.06	9.03 ± 0.04	38.26 ± 2.99
9	28.05 ± 0.07	2.03 ± 0.03	2.67 ± 0.02	10.43 ± 1.57
10	27.66 ± 0.15	1.74 ± 0.07	2.26 ± 0.06	9.48 ± 0.98
11	27.96 ± 0.06	1.63 ± 0.05	2.17 ± 0.04	9.92 ± 3.86



Resultados

Avaliação da estabilidade das nano-emulsões de β -caroteno durante o tempo de armazenamento

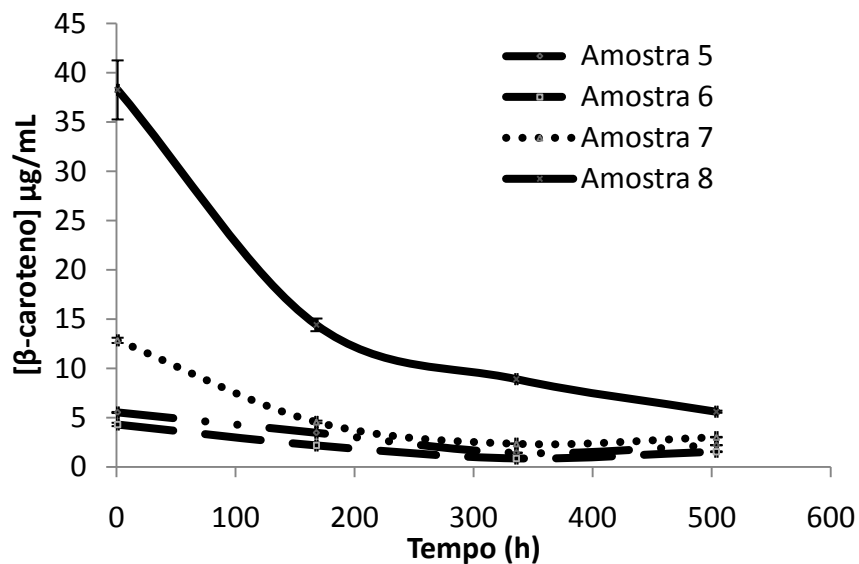


Figura 7 – Evolução da concentração do β -caroteno no tempo para as amostras 5, 6, 7 e 8.

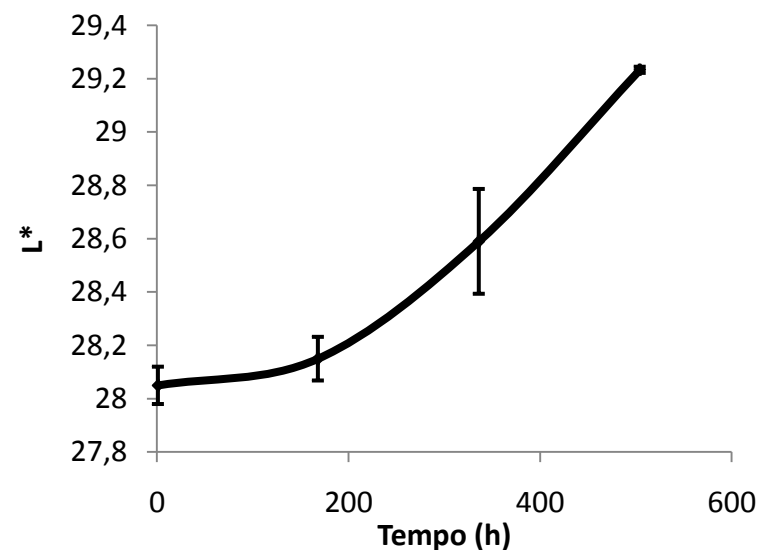
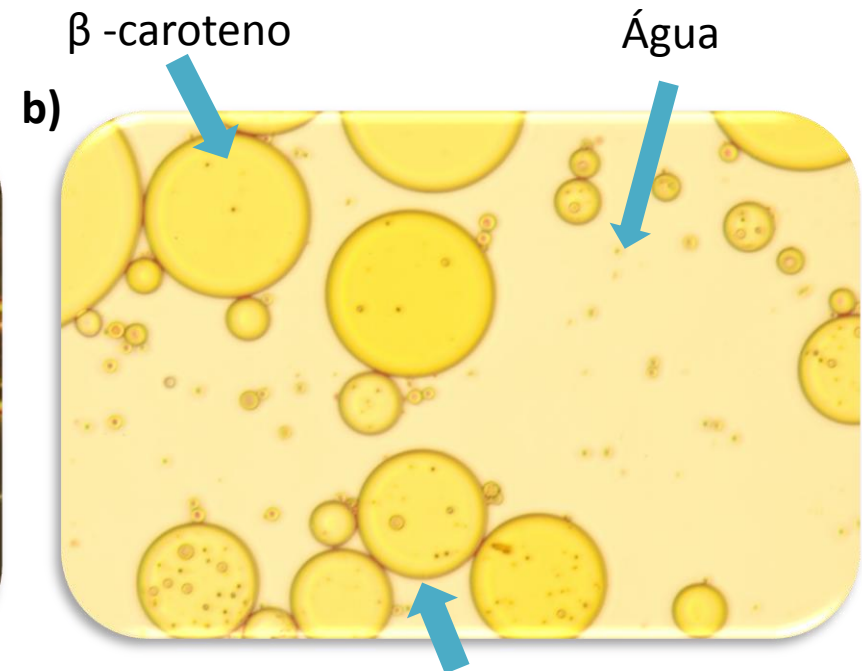
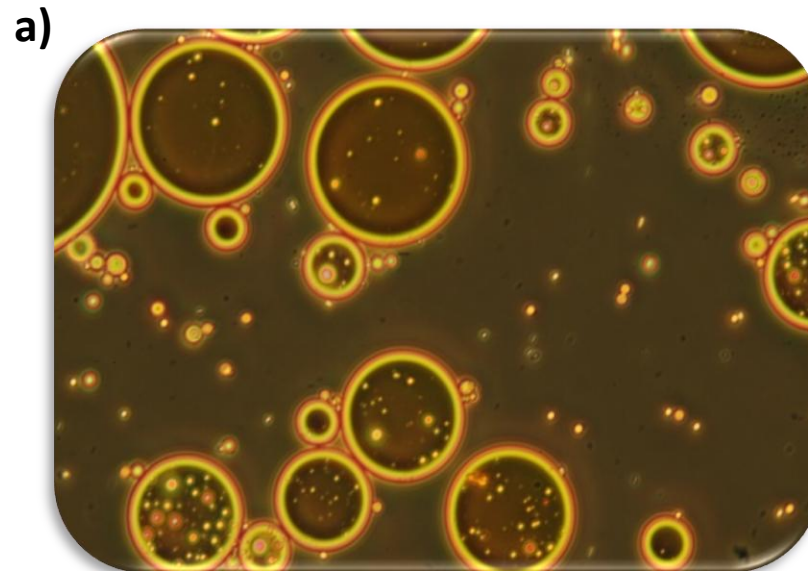


Figura 8 – Evolução do parâmetro L^* para a amostra 1.

Resultados



Encapsulação do β -caroteno em MCT's numa matriz alimentar



Membrana interfacial
constituída por Tween 20

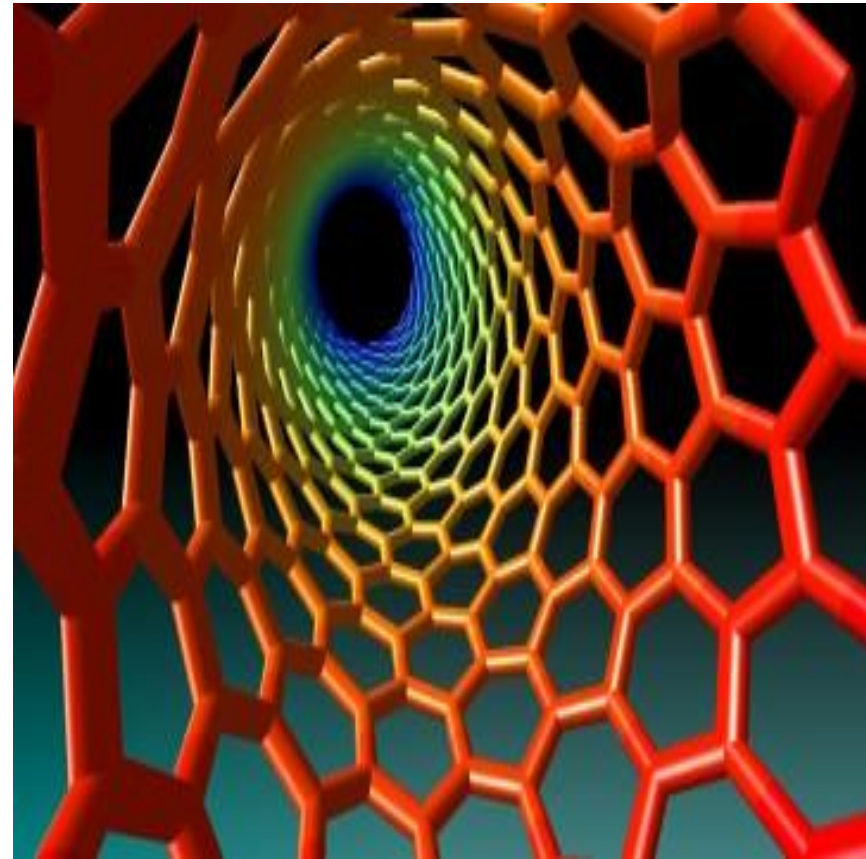
Figura 9: a) fotografia obtida recorrendo a um microscópio zeiss com uma objectiva de 40 X em contraste de fase II; b) imagem obtida com a objectiva de 40 X em contraste de fase I.



Tarefa 3

- Acompanhar a digestão e a libertação de ingredientes funcionais das nanoestruturas num sistema gastro-intestinal;
- Avaliar os efeitos dos nanofilmes nas propriedades físicas e químicas de sistemas alimentares durante o seu tempo de prateleira.

Obrigada pela
vossa atenção!



CENTRE FOR BIOLOGICAL ENGINEERING
SCHOOL OF ENGINEERING
UNIVERSITY OF MINHO



Institute for Biotechnology and
Bioengineering

FCT Fundação para a Ciência e a Tecnologia

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR