

Unidade Curricular	Redes de Frio e Calor		Área Científica	Engenharias e técnicas afins	
Licenciatura em	Ciência e Tecnologia Alimentar		Escola	Escola Superior Agrária de Bragança	
Ano Letivo	2016/2017	Ano Curricular	2	Nível	1-2
Créditos ECTS	6.0				
Tipo	Semestral	Semestre	2	Código	9016-511-2205-00-16
Horas totais de trabalho	162	Horas de Contacto	T 30	TP -	PL 30
			TC -	S -	E -
			OT 4	O -	

T - Ensino Teórico; TP - Teórico Prático; PL - Prático e Laboratorial; TC - Trabalho de Campo; S - Seminário; E - Estágio; OT - Orientação Tutoria; O - Outra

Nome(s) do(s) docente(s) António Manuel Coelho Lino Peres

### Resultados da aprendizagem e competências

No fim da unidade curricular o aluno deve ser capaz de:

1. - Descrever alguns dos sistemas de refrigeração mais utilizados na área alimentar. - Analisar, do ponto de vista termodinâmico, os sistemas de refrigeração mais comuns.
2. - Indicar aplicações de sistemas de refrigeração e de congelamento na indústria alimentar. - Descrever o efeito da utilização de sistemas de refrigeração e congelamento nos alimentos.
3. - Escolher o equipamento mais adequado em processos de refrigeração. - Calcular o tempo de congelação recorrendo a métodos simplificados (Planck e Pham).
4. - Descrever o processo de liofilização estando conscientes das vantagens e desvantagens associadas ao mesmo. - Calcular o tempo de liofilização em função das condições de operação.
5. - Calcular a duração de diferentes tratamentos térmicos e indicar os efeitos nos alimentos. - Escolher o equipamento mais adequado a utilizar no processamento térmico.
6. - Identificar os tipos de caldeiras, válvulas e ejectores mais utilizados na indústria e quais as suas aplicações.

### Pré-requisitos

Antes da unidade curricular o aluno deve ser capaz de:

1. Os alunos devem possuir conhecimentos de:
2. Análise Matemática, Métodos Numéricos, Termodinâmica, Fenómenos Transferência e Química Alimentar

### Conteúdo da unidade curricular

Sistemas de refrigeração: ciclos de compressão-expansão; condensação- evaporação. Cálculos de eficiências. Aplicações dos sistemas de refrigeração. Efeito na conservação dos alimentos. Liofilização: mecanismos de transferência de massa e calor; tempo de liofilização; câmaras de liofilização. Efeito na conservação dos alimentos. Tratamentos térmicos: pasteurização, esterilização e branqueamento.

### Conteúdo da unidade curricular (versão detalhada)

1. Noções básicas de termodinâmica
  - Noções gerais. Tipos de sistemas.
  - Substâncias puras: regra das fases, mudança de fase, diagramas de propriedades (T-v, P-v e P-T)
  - Equação de estado de gases ideais e reais
  - Equação de estado de líquidos
  - Tabelas de propriedades termodinâmicas: T, P, volume específico, U, H e S
  - 1ª lei da termodinâmica: processos isotérmico, isocóricos, isobáricos, adiabáticos, isentrópicos
2. Primeira lei da termodinâmica
  - Sistemas fechados: Balanços energéticos. Calores específicos e relação com U e H.
  - Volumes controlado: escoamento permanente, não permanente e uniforme - balanços de massa e energia.
3. Segunda lei da termodinâmica
  - Máquinas térmicas e rendimento térmico
  - Refrigeradores e bombas de calor (máquinas térmicas invertidas) e coeficiente de desempenho
  - Ciclo Carnot: máquina térmica (refrigerador, bomba calor) rendimentos, coeficientes de desempenho.
  - Entropia e diagrama de propriedades
  - Equações TdS: gases, líquidos e sólidos.
4. Ciclos frigoríficos
  - Seleção do refrigerante (ex. R134a).
  - Ciclo frigorífico de compressão de vapor: ideal e real
  - Ciclo frigorífico de refrigeração a gás
  - Ciclo frigorífico de refrigeração em cascata
  - Ciclo frigorífico de refrigeração por absorção
  - Ciclo frigorífico de refrigeração termoelétrica
5. Refrigeração e congelamento de alimentos
  - Taxa de congelamento: congelamento lento e rápido de alimentos. Descongelamento. Danos.
  - Propriedades térmicas dos alimentos: fórmulas de Siebel.
  - Refrigeração frutos e vegetais. Arrefecimento, congelamento e carga térmica devido à respiração.
  - Refrigeração de carnes
  - Refrigeração de produtos de aviação
  - Cálculo do tempo de congelamento: Lei de Fourier. Modelo simplificado de Planck e Modelo de Pham
6. Liofilização
  - Descrição do processo
  - Caracterização dos mecanismos de transferência de massa e calor.
  - Comparação com outros métodos de remoção de água de alimentos.
  - Cálculo do tempo de liofilização (modelo simplificado e modelo de Sandall).
  - Efeito na conservação de alimentos
7. Processamento térmico
  - Branqueamento; Pasteurização e Esterilização
  - Descrição de processos e cálculos energéticos
  - Efeito nos alimentos
  - Tipos de equipamento

### Bibliografia recomendada

1. Çengel, Y. A. , Boles, M. A. 2001. Termodinâmica (3ª edição), Mc Graw-Hill
2. Selgas, M. D. 1998. Tecnologia de los Alimentos, Volume I, Editorial Sintesis
3. Moran, M. J. , Shapiro, H. N. 2000. Fundamentals of Engineering Thermodynamics, John Wiley & Sons, Inc.
4. Fellows, P. J. 1992. Food Processing Technology: Principles and Practice, Ellis Horwood Limited
5. Singh, R. P. , Heldman, D. R. 2009. Introduction to Food Engineering, Academic Press-Elsevier, Burlington, MA, USA.

**Métodos de ensino e de aprendizagem**

Nas aulas teóricas serão expostos os conteúdos programáticos recorrendo a meios audiovisuais utilizando os métodos expositivo e interrogativo. Nas aulas teórico-práticas proceder-se-á à resolução de exercícios relacionados com as matérias leccionadas nas aulas teóricas, bem como à análise de artigos científicos fornecidos, utilizando o método activo.

**Alternativas de avaliação**

1. Frequências - Avaliação contínua - (Ordinário, Trabalhador) (Final)
  - Prova Intercalar Escrita - 35% (Na 1ª Frequência serão avaliados os capítulos 1 e 2)
  - Prova Intercalar Escrita - 35% (Na 2ª Frequência serão avaliados os capítulos 3 e 4)
  - Exame Final Escrito - 30% (Na 3ª Frequência, no dia do exame final, serão avaliados os capítulos 5 a 7)
2. Exame Final - (Ordinário, Trabalhador) (Final, Recurso, Especial)
  - Exame Final Escrito - 100% (No exame final serão avaliados os capítulos 1 a 7)
3. Frequências e tema de desenvolvimento - (Ordinário, Trabalhador) (Final)
  - Prova Intercalar Escrita - 25% (Capítulos 1 e 2)
  - Prova Intercalar Escrita - 25% (Capítulos 3 e 4)
  - Exame Final Escrito - 20% (Capítulos 5 a 7)
  - Temas de Desenvolvimento - 30% (Temas: - Processos de congelação - Equipamentos frigoríficos - Aplicações na indústria alimentar)

**Língua em que é ministrada**

1. Português
2. Português, com apoio em inglês para alunos estrangeiros

**Validação Eletrónica**

António Manuel Coelho Lino Peres	Elsa Cristina Dantas Ramalhosa	José Alberto Cardoso Pereira
28-11-2016	30-11-2016	09-12-2016