



Instituto Politécnico de Castelo Branco
Escola Superior Agrária

Relatório de Estágio

**Avaliação do desempenho de sistemas de frio na
refrigeração de fruta**

Rúben José Robalo Caetano

Engenharia Biológica e Alimentar

Nome dos orientadores: Prof. José Nunes

Eng. Gonçalo Batista

Castelo Branco, Novembro de 2010

“As doutrinas expressas neste trabalho
são da inteira responsabilidade do seu autor”

Local do Estágio

Frutas Quinta da Fadagosa S.A.G. Lda

Fundão

Orientadores

ESA/IPCB

Prof. José Nunes

Frutas Quinta da Fadagosa S.A.G. Lda

Eng. Gonçalo Batista

Índice Geral

Índice das Figuras

Índice de Quadros

Lista de Abreviaturas

Resumo

Abstract

	Pág.
1. Introdução	1
2. A Refrigeração no Sector Frutícola	3
2.1. Pré-refrigeração	3
2.1.1. Pré-refrigeração em “Túnel de arrefecimento rápido”	4
2.2. Conservação em câmaras frigoríficas	4
2.2.1. Factores que podem influenciar a conservação de fruta no estado refrigerado.....	5
2.2.2. Condições de conservação.....	5
2.2.2.1. Temperatura.....	5
2.2.2.2. Humidade relativa	6
2.2.2.3. Recirculação do ar	7
2.2.2.4. Disposição das cargas nas câmaras frigoríficas	7
2.3. Transporte	8
2.4. Sistemas de produção de frio	8
3. Caracterização da empresa Frutas Quinta da Fadagosa S.A.G. Lda.....	11
3.1. Caracterização da actividade da empresa	12
3.1.1. Colheita.....	13
3.1.2. Recepção	13

3.1.2. Armazenamento.....	14
3.1.3. Calibragem.....	14
3.1.4. Seleccção.....	14
3.1.5. Embalamento	15
3.1.6. Código de Barras	15
3.1.7. Paletização.....	15
3.1.8. Pesagem	15
3.1.9. Refugio - Transformação	15
3.1.10. Expedição	16
4. Material e Métodos	17
4.1. Tipos de produtos analisados	17
4.2. Caracterização do sistema de produção de frio	17
4.3. Caracterização das câmaras de refrigeração	18
4.4. Equipamentos e técnicas de medida	19
4.5. Procedimentos e metodologias adoptadas.....	19
5. Apresentação e Discussão dos Resultados	21
5.1. Análise da actividade e produtividade da empresa.....	21
5.2. Características ambientais das câmaras de refrigeração	23
5.3. Condições de funcionamento do sistema de frio.....	23
5.4. Avaliação dos consumos de energia e do desempenho dos sistemas de frio .	24
6. Considerações Finais	31
7. Referências Bibliográficas.....	33

ANEXOS I: Figuras relativas ao funcionamento e ao sistema de frio da empresa

ANEXOS II: Figuras relativas aos equipamentos usados

ANEXOS III: Catálogos dos equipamentos do sistema de produção de frio da empresa

Agradecimentos

Índice das Figuras

	Pág.
Fig. 1 - Esquema do ciclo frigorífico simples.....	10
Fig. 2 - Frutas Quinta da Fadagosa S.A.G., Lda.....	11
Fig. 3 - Fluxograma da actividade da empresa.....	12
Fig. 4 - Esquema do ciclo frigorífico da empresa Frutas Quinta da Fadagosa S.A.G. Lda	18
Fig. 5 - Potência exigida, em kW, dos equipamentos do sistema de frio ao longo do dia 28 de Julho.	24
Fig. 6 - Consumo energético, em kW por hora, entre os dias 27 de Julho e 6 de Agosto de 2010.	26
Fig. 7 - Consumo energético, em kW por hora, ao longo do dia 28 de Julho.	27
Fig. 8 - Variação da temperatura na câmara nº3, em °C, ao longo do dia 28 de Julho...	28
Fig. 9 - Variação da humidade relativa na câmara nº3, em %, ao longo do dia 28 de Julho.....	29

Índice de Quadros

	Pág.
Quadro 1 - Temperatura, humidade relativa e períodos de conservação recomendados aos produtos comercializados na Frutas Quinta da Fadagosa S.A.G. Lda	6
Quadro 2 - Densidade de armazenagem e modo de estiva recomendados para as câmaras frigoríficas da Frutas Quinta da Fadagosa S.A.G. Lda.....	7
Quadro 3 - Temperaturas recomendadas para o transporte de fruta refrigerada segundo o Instituto Nacional do Frio, 1980.....	8
Quadro 4 - Escalonamento da produção.....	13
Quadro 5 - Diâmetro, em milímetros, dos vários tipos de calibre.....	14
Quadro 6 - Registos da entrada e saída de fruta das câmaras frigoríficas	22
Quadro 7 - Comparação entre os consumos energéticos diários obtidos e os consumos energéticos necessários.	25

Lista de Abreviaturas

M.A.R.L. – Mercado Abastecedor da Região de Lisboa

S.A.G. – Sociedade Agrícola de Grupo

Lda – Limitada

SGPS – Sociedade Gestora de Participações Sociais

SA – Sociedade Anónima

€ - Euro(s)

H.R. – Humidade Relativa

kWh – Quilowatts/hora

kW – Quilowatt(s)

m/s – metro(s)/segundo

Kg/m³ – Quilograma(s)/metro cúbico

kJ/Kg °C – Quilojoule(s)/quilograma grau célsius

Temp. – Temperatura

Cód. – Código

Qt. - Quantidade

Resumo

O tempo de vida pós-colheita de frutas está directamente relacionado com a temperatura de armazenamento do produto. Em condições controladas de temperatura e humidade relativa do ar, as reacções metabólicas podem ser retardadas, garantindo uma melhor conservação do produto.

Foram realizadas avaliações às câmaras frigoríficas da empresa Frutas Quinta da Fadagosa S.A.G. Lda, com o objectivo de investigar a eficiência do seu sistema de frio, procedendo à comparação dos custos de energia obtidos com os valores teóricos do sistema de frio optimizado. As condições das câmaras foram avaliadas através dos seguintes parâmetros: temperatura e humidade relativa, isolamento térmico, equipamento frigorífico (condensador, compressor, evaporador, refrigerante), piso, dimensões das câmaras e das portas. Os resultados práticos da energia foram obtidos através do analisador de energia eléctrica, Circutor CIR-e³, enquanto os valores teóricos foram adquiridos através da fórmula $Q = m \cdot cp \cdot \Delta T$.

Concluiu-se, através da comparação de ambos os valores, que existem diferenças, tal como esperado. No que diz respeito aos consumos energéticos de um dia normal de trabalho da empresa, pode-se verificar que após o início da sua actividade os consumos de energia são maiores, ao invés dos períodos de inactividade que são inferiores.

Palavras-chave: Câmaras frigoríficas; Refrigeração; Fruta; Consumos energéticos; Ciclo frigorífico

Abstract

The post-harvest lifetime of fruits is directly related to storage temperature of the product. In controlled conditions of temperature and air relative humidity, the metabolic reactions may be retarded, guaranteeing a better conservation of the product.

Were performed evaluations to the coldstores of the enterprise Frutas Quinta da Fadagosa S.A.G. Lda, with the aim of investigating the efficiency of its system of cold, proceeding to the comparison of the energy costs obtained with the theoretic values of the optimized system of cold. The coldstore conditions were evaluated through the following parameters: temperature and relative humidity, thermic isolation, refrigerating equipment (condenser, compressor, evaporator, refrigerator), floor, coldstore dimensions and doors. The energy's practical results were obtained through the electrical energy analyzer, Circutor CIR-e³, while the theoretical values were acquired through the formula $Q = m \cdot cp \cdot \Delta T$.

It was concluded, through the comparison between both values, that there is a difference, as expected. Regarding consumption of energy of a regular day of work at the enterprise, can be verified that, after the beginning of activity, the energy consumptions are bigger, contrasting the periods of inactivity, that are inferior.

Keywords: Coldstores, Refrigeration, Fruit, Energy consumption, Refrigeration cycle