



Instituto Politécnico de Castelo Branco  
Escola Superior Agrária

## **Relatório de Estágio**

**Estudo do funcionamento do CIP (“Cleaning In Place”) de equipamentos e linhas de produto e análise do comportamento dos preparados de fruta no sistema automático de doseamento de fruta, com vista à sua optimização.**

**Rui Pedro Cardoso Rochete**

**Engenharia Biológica e Alimentar**

**Orientador Interno: Prof. Doutor Luís Pedro Mota Pinto de Andrade**

**Orientador Externo: Eng.<sup>a</sup> Ana Catarina Pereira Melo Cruz Nunes**

**Castelo Branco, Março de 2009**

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

O presente estágio foi realizado na Danone Portugal S.A. sob a orientação da Eng.<sup>a</sup> Catarina Melo, por parte da empresa, e do Professor Doutor Luís Pinto de Andrade, por parte da Escola Superior Agrária de Castelo Branco.

---

# Índice

<b>Índice de figuras</b> .....	<b>III</b>
<b>Índice de tabelas</b> .....	<b>IV</b>
<b>Índice de anexos</b> .....	<b>V</b>
<b>Resumo</b> .....	<b>IX</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>X</b>
<b>1. Danone Portugal, S.A.</b> .....	<b>1</b>
1.1 Caracterização da empresa .....	1
1.2 Processo de fabrico do iogurte na Danone Portugal, S.A.....	2
<b>2. Objectivos</b> .....	<b>5</b>
<b>3. Estudo do funcionamento do CIP (“Cleaning in Place”) de equipamentos e linhas de produto.</b> .....	<b>6</b>
3.1 Introdução.....	6
3.1.1 Fundamentos do CIP .....	6
3.1.2 Sistema de CIP da fábrica da Danone em Castelo Branco .....	7
3.2 Material e Métodos .....	10
3.2.1 Âmbito do estudo .....	10
3.2.2 Recolha dos dados.....	11
3.2.3 Análise dos dados .....	11
3.3 Apresentação e discussão dos resultados .....	12
3.3.1 Programa “Ácido Curto” .....	12
3.3.1.1 <i>Por linha de impulsão</i> .....	12
3.3.1.2 <i>Depósitos de fermentação D1000/D1100 e D1150/D1300</i> .....	14
3.3.1.3 <i>Depósitos de lançamento D2300, D2800 e D2900</i> .....	15
3.3.2 Programa “Água Quente” .....	16
3.3.2.1 <i>Depósitos de fermentação D1000/D1100 e D1150/D1300</i> .....	16
3.3.2.2 <i>Depósitos de lançamento D2300, D2800 e D2900</i> .....	16
3.4 Análise do problema .....	17
3.5 Análise de custos.....	20
<b>4. Análise do comportamento dos preparados de fruta no sistema automático de doseamento de fruta</b> .....	<b>22</b>
4.1 Introdução.....	22

---

4.1.1 Consequências de uma instalação de processo para o doseamento de fruta desajustada .....	22
4.1.2 Possíveis causas para a ocorrência de problemas de doseamento de fruta .....	23
4.1.3 Forma como a Danone previne os problemas de produtividade e qualidade neste âmbito .....	23
<b>4.2 Material e Métodos .....</b>	<b>25</b>
4.2.1 Âmbito do estudo .....	25
4.2.2 Recolha dos dados.....	26
4.2.3 Medição da fluidez dos preparados (Cenco) .....	26
4.2.4 Análise dos dados .....	27
<b>4.3 Apresentação e discussão dos resultados.....</b>	<b>27</b>
4.3.1 Incidências de doseamento .....	27
4.3.2 Medições da fluidez dos preparados (Cenco) .....	28
4.3.3 Rastreabilidade às anomalias registadas .....	29
4.3.4 Análise do comportamento do sistema de doseamento .....	32
4.4 Acções propostas .....	33
<b>5. Considerações Finais .....</b>	<b>34</b>
<b>Referências bibliográficas .....</b>	<b>i</b>
<b>Agradecimentos .....</b>	<b>ii</b>
<b>Anexo I .....</b>	<b>iv</b>
<b>Anexo II .....</b>	<b>vii</b>
<b>Anexo III .....</b>	<b>xix</b>

---

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> – Tempos médio por linha – Programa “Ácido Curto”.....	13
<b>Figura 2</b> – Tempos médios por depósito de fermentação – Programa “Ácido Curto”.....	15
<b>Figura 3</b> – Tempos médios por depósito de lançamento – Programa “Ácido Curto”.....	15
<b>Figura 4</b> – Tempos médios por depósito de fermentação – Programa “Água Quente”.....	16
<b>Figura 5</b> – Tempos médios por depósito de lançamento – Programa “Água Quente”.....	16
<b>Figura 6</b> – Diagrama de Pareto para os tempos demorados de CIP da linha de batidos. ....	18
<b>Figura 7</b> - Diagrama de causa-efeito relativo aos problemas de condutividade no retorno.....	19
<b>Figura 8</b> – Esquema de funcionamento do sistema de doseamento de fruta, apresentando um exemplo de uma produção ideal e reacções do sistema em função da percentagem de fruta doseada. ....	25

## Índice de tabelas

<b>Tabela 1</b> – Descrição das fases do programa de “Ácido Curto” .....	8
<b>Tabela 2</b> – Parâmetros, por fase, do programa “Ácido Curto” dos depósitos de fermentação e de lançamento da linha de batidos.....	9
<b>Tabela 3</b> – Possíveis causas (modos de defeito) para o problema de condutividade no retorno e respectivas acções de verificação propostas.....	20
<b>Tabela 4</b> – Incidências de doseamento ocorridas entre 1 de Julho e 3 de Setembro para os preparados estudados.....	28
<b>Tabela 5</b> – Rastreabilidade dos consumos nulos detectados no estudo. ....	30
<b>Tabela 6</b> – Rastreabilidade aos doseamentos fora de especificação inferior detectados no estudo. ....	31
<b>Tabela 7</b> – Rastreabilidade aos doseamentos fora de especificação superior detectados no estudo. ....	32

---

## Índice de anexos

### Anexo I

**Figura 1** – Fluxograma do processo de fabrico do iogurte batido..... v

**Figura 2** – Fluxograma do processo de fabrico do iogurte gelificado. .... vi

### Anexo II

**Tabela 1** – Vantagens e desvantagens da utilização de um sistema CIP.....viii

**Figura 1** – Organização espacial dos depósitos de fermentação e lançamento, linhas de CIP e bombas de retorno por eles utilizadas na fábrica da Danone em Castelo Branco..... ix

**Figura 2** – Registo da recolha de dados relativos aos tempos gastos por programa estudado. .... ix

**Tabela 2** – Cronograma semanal dos programas Ácido Curto (A.C.) e Água Quente (A.Q.) estudados.....x

**Tabela 3** – Número de programas, média, máximo e mínimo, por linha e por elemento dos 146 programas “Ácido Curto” estudados..... xi

**Tabela 4** – Número de programas, média, máximo e mínimo, por linha e por elemento, dos 167 programas “Água Quente” estudados..... xii

**Figura 3** – Fase de soda de um programa de ácido curto pela linha 5.....xiii

**Figura 4** – Condutividade de retorno da linha 4 vs. condutividade de retorno da linha 5 em fases de soda simultâneas.....xiii

**Tabela 5** – Registo das intervenções do operador para aumentar a concentração no tanque de soda.....xiii

**Figura 5** – Fase de soda de um programa de ácido curto pela linha 1..... xiv

---

<b>Figura 6</b> – Condutividade de retorno da linha 1 vs. condutividade de retorno da linha 2 em fases de soda simultâneas.....	xiv
<b>Tabela 6</b> – Registo das intervenções do operador para aumentar a concentração no tanque de soda.....	xiv
<b>Figura 7</b> – Fase de soda de um programa de ácido curto do D1000. ....	xv
<b>Figura 8</b> – Fase de soda de um programa de ácido curto do D1100. ....	xv
<b>Figura 9</b> – Fase de soda de um programa de ácido curto do D2900 pela linha 1. ....	xvi
<b>Figura 10</b> – Fase de soda de um programa de ácido curto do D2900 pela linha 3.....	xvi
<b>Tabela 7</b> – Contributo de cada anomalia nos atrasos verificados na fase de soda.....	xvii
<b>Tabela 8</b> – Resultado da votação das possíveis causas dos problemas de condutividade. ....	xvii
<b>Tabela 9</b> – Análise dos “5 porquês” para os problemas de condutividade no retorno.....	xviii

### **Anexo III**

<b>Tabela 1</b> – Percentagem de fruta no produto final, valor de Cenco especificado e respectivos intervalos de aceitação e de rejeição para cada um dos preparados estudados. ....	xx
<b>Figura 1</b> – Registo geral de dados para o estudo do sistema de frutas.....	xx
<b>Figura 2</b> – Registo dos PR e velocidades da bomba de fruta para cada contentor.....	xxi
<b>Figura 3</b> – Consistómetro de Bostwick.....	xxi
<b>Tabela 2</b> – Produções, Contentores, Medições de Cenco e número de Contentores com medição de Cenco por preparado. ....	xxii
<b>Tabela 3</b> – Valores de Cenco, média, máximo, mínimo e desvio padrão por preparado.....	xxiii
<b>Figura 4</b> – Doseamento de preparado 4 pela bomba B da máquina X, em 2/7. ....	xxiv

---

<b>Figura 5</b> – Doseamento de preparado 5 pela bomba B da máquina X, em 5/8. ....	xxiv
<b>Figura 6</b> – Doseamento de preparado 1 pela bomba A da máquina Y, em 12/8. ....	xxv
<b>Figura 7</b> – Doseamento do preparado 2 pela bomba B da máquina X, em 6/8. ....	xxv
<b>Figura 8</b> – Doseamento do preparado 5 pela bomba B da máquina Y, em 6/8. ....	xxvi
<b>Figura 9</b> – Doseamento do preparado 6 pela bomba A da máquina Y, em 7/8. ....	xxvi
<b>Figura 10</b> – Doseamento do preparado 5 pela bomba A da máquina Y, em 3/9. ....	xxvii
<b>Figura 11</b> – Doseamento de preparado 1 ao longo das várias produções pela bomba A da máquina X. ....	xxviii
<b>Figura 12</b> – Doseamento de preparado 1 ao longo das várias produções pela bomba B da máquina X. ....	xxviii
<b>Figura 13</b> – Doseamento de preparado 1 ao longo das várias produções pela bomba A da máquina Y. ....	xxix
<b>Figura 14</b> – Doseamento de preparado 1 ao longo das várias produções pela bomba B da máquina Y. ....	xxix
<b>Figura 15</b> – Doseamento de preparado 2 ao longo das várias produções pela bomba A da máquina X. ....	xxx
<b>Figura 16</b> – Doseamento de preparado 2 ao longo das várias produções pela bomba B da máquina X. ....	xxx
<b>Figura 17</b> – Doseamento de preparado 2 ao longo das várias produções pela bomba B da máquina Y. ....	xxx
<b>Figura 18</b> – Doseamento de preparado 3 ao longo das várias produções pela bomba A da máquina X. ....	xxx
<b>Figura 19</b> – Doseamento de preparado 3 ao longo das várias produções pela bomba B da máquina X. ....	xxx
<b>Figura 20</b> – Doseamento de preparado 3 ao longo das várias produções pela bomba B da máquina Y. ....	xxx
<b>Figura 21</b> – Doseamento de preparado 4 ao longo das várias produções pela bomba A da máquina X. ....	xxx

---

---

<b>Figura 22</b> – Doseamento de preparado 4 ao longo das várias produções pela bomba B da máquina X.....	xxxiii
<b>Figura 23</b> – Doseamento de preparado 5 ao longo das várias produções pela bomba A da máquina X.....	xxxiv
<b>Figura 24</b> – Doseamento de preparado 5 ao longo das várias produções pela bomba B da máquina X.....	xxxiv
<b>Figura 25</b> – Doseamento de preparado 5 ao longo das várias produções pela bomba A da máquina Y.....	xxxv
<b>Figura 26</b> – Doseamento de preparado 5 ao longo das várias produções pela bomba B da máquina Y.....	xxxv
<b>Figura 27</b> – Doseamento de preparado 6 ao longo das várias produções pela bomba A da máquina X.....	xxxvi
<b>Figura 28</b> – Doseamento de preparado 6 ao longo das várias produções pela bomba B da máquina X.....	xxxvi
<b>Figura 29</b> – Doseamento de preparado 6 ao longo das várias produções pela bomba A da máquina Y.....	xxxvii
<b>Figura 30</b> - Doseamento de preparado 6 ao longo das várias produções pela bomba B da máquina Y.....	xxxvii

## Resumo

O presente trabalho foi desenvolvido na fábrica da Danone Portugal, S.A., e consistiu na realização de 2 estudos.

Com o estudo relativo ao funcionamento do CIP pretendeu-se conhecer os tempos de duração total e das fases constituintes dos programas “Ácido Curto” e “Água Quente” levados a cabo em equipamentos da linha de batidos. Os resultados obtidos evidenciaram a existência de atrasos significativos nos programas “Ácido Curto” realizados pelas linhas 1 e 5 de CIP, devido, maioritariamente, a problemas de condutividade no retorno à central CIP, durante a fase de soda. Face aos resultados obtidos foi aplicada a metodologia utilizada pela empresa para resolução de problemas (“problem-solving”) com vista à identificação da(s) causa(s)-raiz dos atrasos e sua eliminação.

O estudo relativo ao sistema automático de doseamento de fruta teve como objectivo analisar a eficiência dos procedimentos e do programa de controlo deste sistema perante 6 preparados de fruta distintos. Para tal foram identificadas e rastreadas as incidências de doseamento ocorridas, procurando relacioná-las com diferenças de fluidez entre contentores. Os resultados mostraram que se trata de um sistema bem concebido e preparado e eficaz no seu funcionamento com os diversos preparados estudados existindo, no entanto, oportunidades de novos estudos para a melhoria do doseamento dos preparados 5 e 6. Concluiu-se, ainda, que as incidências ocorridas devido à variabilidade entre contentores não podem ser atribuídas a diferenças de fluidez entre os mesmos, mas a outro factor aqui não identificado.

**Palavras-chave:** logurte; CIP; Sistema automático de doseamento de fruta; Preparado de fruta

## Abstract

The present work was developed in the Danone factory, in Portugal, consisting of 2 studies.

The study on the functioning of the CIP system aimed to know the total duration times, as well as the time taken by each phase, of the “Ácido Curto” and “Água Quente” programs carried out on the stirred yogurt line. The results showed that significant delays occurred on “Ácido Curto” programs using CIP lines 1 and 5 due, mainly, to conductivity problems on the CIP central return in the sodium hydroxide phase. In face of these results, the problem-solving methodology used by the company was applied with the objective of finding and eliminating the causes of the conductivity problems.

The objective of study on the automatic fruit dosage system was to analyze the proceedings and control program efficiency in productions involving 6 different fruit mixes. All dosage incidents were identified and tracked and a possible relation between these incidents and differences of fluidity between containers was investigated. The results found showed that the automatic fruit dosage system is well conceived and effective before different fruit mixes. However, opportunities for new studies with the objective of improving the efficiency of dosage of fruit mixes 5 and 6 are possible. Based on the results, no relation could be made between the occurrence of dosage incidents and the difference of fluidity between different containers used.

**Key words:** Yogurt; CIP; Automatic fruit dosage system; Fruit mix