



Implementação e validação de um sistema de Controlo Estatístico do Processo num tipo de iogurte líquido Danone

Daniela Ribeiro Rodrigues

Orientadores

Nuno Santos

Luís Pinto de Andrade

Isabel Castanheira

Relatório de Estágio apresentado à Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Licenciatura em Nutrição Humana e Qualidade Alimentar, realizada sob a orientação científica do Doutor Luís Pinto de Andrade, do Instituto Politécnico de Castelo Branco.

Novembro 2013

Agradecimentos

Quero primeiramente agradecer à empresa Danone Portugal S.A. pela oportunidade que me cedeu de realizar o meu estágio nas suas instalações, e também gostaria de manifestar a minha consideração por todos os que constituem esta empresa.

Ao engenheiro Nuno Santos por me ter acolhido no departamento R&D, permitindo a realização deste estágio sob sua orientação, tendo-se mostrado sempre disponível para ajudar.

Ao meu orientador Doutor Luís Pinto de Andrade e a minha co-orientadora Doutora Isabel Castanheira, docentes da Escola Superior Agrária, pela paciência, dedicação e apoio no decorrer do trabalho.

À Cláudia Pereira e Carla Nogueira, por me terem acompanhado desde o início no meu trabalho, transmitindo a maior parte dos conhecimentos que adquiri ao longo deste tempo, não esquecendo da amizade e apoio em todos os momentos.

A todos os colaboradores da Danone Portugal S.A. principalmente ao pessoal do laboratório, que me ajudaram muito, sempre com muita simpatia e boa disposição.

À minha família, que mesmo longe estiveram sempre presentes com palavras de encorajamento, conforto e carinho, especialmente a minha mãe Lúcia Ribeiro Pedro que foi sempre o meu pilar e a minha força em todos os momentos e ao meu irmão Renato Fernandes que eu adoro.

Ao meu namorado Pedro Ramos, que me apoiou em todos os momentos dando-me força para fazer sempre melhor e ser melhor.

Por fim, a todos os meus amigos que de certa forma me acompanharam e contribuíram para a conclusão desta etapa.

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo a implementação e validação de um sistema de Controlo Estatístico do Processo de fabricação de uma família de iogurtes líquidos Danone, para as características organoléticas, pH e viscosidade, através de cartas de controlo e gráficos de capacidade do processo. Estas são ferramentas essenciais no Controlo Estatístico do Processo (SPC), que é por sua vez de fundamental importância para o controlo da qualidade do produto em estudo.

A família de iogurtes líquidos analisada no decorrer deste estágio, sofreu recentemente uma reformulação, tendo a área de Research and Development (R&D) da Danone Portugal, S.A. definido inicialmente os limites provisórios para pH e viscosidade ao D+1. Estes parâmetros provisórios foram obtidos durante o processo de desenho e implementação, os quais serão substituídos pelos valores resultantes deste estudo, realizado com base numa amostragem estatisticamente representativa.

Foi efectuado o acompanhamento de catorze produções do tipo de iogurte líquido em estudo, ao longo do tempo de estágio, de cada uma das 9 variedades deste produto. Por cada produção foram executadas 8 amostragens, tendo cada uma consistido na análise de 3 iogurtes (3 repetições) quanto à viscosidade, pH e avaliação organolética. As 8 amostragens por produção e por variedade são respetivas aos diferentes períodos de vida do produto que vai do D+1, um dia após a produção, até ao DLC+30%, passando pelo D+3, D+7, D+14, D+21 e DLC (data de limite de consumo).

Os dados recolhidos foram trabalhados estatisticamente para a obtenção de cartas de controlo e índices de capacidade do processo para pH e viscosidade. Para uma melhor apresentação e discussão dos resultados apenas 3 variedades de produto e 3 momentos da vida útil do mesmo foram escolhidos. Estas foram, respectivamente, o morango, o morango banana e o straciatella, por serem as variedades mais comercializadas, e o D+1, o D+14 e o DLC, que são os 3 momentos mais importantes no tempo de vida do iogurte.

A partir dos resultados obtidos para as cartas de controlo de pH e viscosidade em determinados períodos da vida do produto, pode observar-se de forma generalizada que existem alguns pontos fora de controlo devido a causas especiais, tendo sido formuladas possíveis razões para esses desvios. Estas poderão ser analisadas num estudo posterior e eliminadas.

Quanto à capacidade do processo, verificou-se que os dados das várias análises apontam para que todas as variedades do iogurte em estudo sigam uma distribuição aproximadamente normal, tendo-se constatado que todos os processos considerados são capazes, pois estão dentro das especificações pré-definidas. Ainda assim, chegou-se à conclusão que existem diferenças entre as capacidades calculadas com os valores provisórios da Danone para o D+1 e os limites obtidos no final deste estudo, pelo que se recomenda a adopção dos limites calculados a partir deste trabalho no sentido de melhorar a sua eficácia e uniformidade e manter uma monitorização sistemática dos parâmetros de pH e viscosidade com o objetivo de conseguir um aumento da capacidade do processo de produzir de acordo com as especificações técnicas e uma diminuição da variabilidade.

Palavras chave

Carta de controlo, Viscosidade, pH, Capacidade do processo, Variabilidade.

Abstract

The aim of this study was the implementation and validation of a manufacturing process statistical control system of a type of Danone liquid yoghurt for organoleptic, pH and viscosity parameters through control and process capability charts. These tools are essential in Statistical Process Control (SPC), which is crucial for the quality control of the product under study.

The family of yoghurts analyzed during this study, has recently undergone a reformulation, having the Research and Development (R&D) area of Danone Portugal, S.A. initially set provisional limits for pH and viscosity at D +1. These parameters were obtained during the process of design and implementation and they will be replaced by the values resulting from this work, which is based on a statistically representative sample.

During the internship time, fourteen productions of this type of liquid yoghurt were monitored, for each of the 9 varieties of this product. For each production, 8 samples were tested, having each one consisted in the analysis of the viscosity, pH and sensorial evaluation of three yoghurts (3 repetitions). The 8 samples analyzed per production and per variety are related to different periods of the product shelf life going from D+1, one day after production, up to DLC+30%, through D+3, D+7, D+14, D+21 and DLC or BBD (best before date).

The whole set of collected data was processed statistically to obtain the control charts and the process capability index for pH and viscosity. For the sake of depiction of the results and discussion, only three varieties and three moments of the yoghurt shelf life were chosen. These were strawberry, strawberry banana and Stracciatella, which are the most commercialized varieties as well as the three most important moments in the yoghurt shelf life: D +1, D 14 and D 37, respectively.

The results obtained for the viscosity and pH control charts at certain periods of the product shelf life showed that generally there are some points out of control due to special causes, having several possible causes been raised for this deviations. These causes should be checked in the future and subsequently eliminated.

Regarding the capacity of the process, it was found that the data collected indicated that all varieties of this Danone liquid yoghurt followed a normal distribution and that the processes are considered as capable, because they are within the pre-defined specifications. Still, it was concluded that there are differences between the capacities calculated with the provisional values from Danone for D+1 and the limits obtained at the end of this study, therefore it is recommended that Danone uses the limits calculated from this work to improve their effectiveness and uniformity and to maintain the systematic monitoring of pH and viscosity parameters in order to achieve increased capacity of the process to produce according to the technical specifications and decreased variability.

Keywords

Control chart, viscosity, pH, process capability, variability

Índice geral

1.Introdução	1
2.Descrição da empresa.....	4
2.1.Caracterização da instituição	4
2.2.História da empresa	4
3.O iogurte.....	6
3.1.História do iogurte	6
3.2.Processos de produção do iogurte	6
3.2.1.Mistura e homogeneização.....	7
3.2.2.Pasteurização	8
3.2.3.Fermentação	9
3.2.4.Arrefecimento	9
3.2.5.Adição de base de frutas.....	9
3.2.6.Enchimento e conservação.....	9
4.Controlo da qualidade.....	10
4.1.Gestão, política e objectivos da qualidade	10
4.2.Melhoria contínua e técnicas estatísticas	11
5.Controlo estatístico do processo (spc)	11
5.1.Cartas de controlo	12
5.1.1.Tipos de cartas de controlo.....	13
5.1.2.Vantagens das cartas de controlo.....	13
5.1.3.Capacidade do processo	13
6.Material e métodos.....	15
6.1.Matéria-prima	15
6.2.Acompanhamento do processo	15
6.3.Análises físico-químicas	15
6.3.1. Determinação da viscosidade	16
6.3.2.determinação do ph.....	16
6.4.Avaliação organolética	17
6.5.Análise estatística.....	17
7.Resultados e discussão	19
7.1.Avaliação organolética	19
7.2.Viscosidade e ph.....	19
7.2.1.Variedade de morango	20
7.2.2.Variedade de morango banana.....	22
7.2.3. Variedade de stracciatella	24
7.2.4.Hipóteses, comportamentos de processos com causas especiais	26
7.3. Capacidade do processo	26
8.Considerações finais	30
9.Referências bibliográficas	32
Apêndices	35

Índice de figuras

Figura 1 - Fluxograma de produção de iogurte líquido.....	8
Figura 2-Viscosímetro Brookfield DV-II e Spindel nº 3 usados para medir a viscosidade nos iogurtes líquidos.....	16
Figura 3- Potênciometro.....	17
Figura 4-Resultados da avaliação organolética das diferentes variedades do iogurte líquido.....	19
Figura 5-Carta das médias para a viscosidade do iogurte líquido Danone Morango ao D+1.....	20
Figura 6- Carta das médias para a viscosidade do iogurte líquido Danone Morango ao D+14.....	21
Figura 7- Carta das médias para a viscosidade do iogurte líquido Danone Morango ao DLC.....	21
Figura 8- Carta das médias para o pH do iogurte líquido Danone Morango ao D+1.....	21
Figura 9- Carta das médias para o pH do iogurte líquido Danone Morango ao D+14.....	21
Figura 10- Carta das médias para o pH do iogurte líquido Danone Morango ao DLC.....	22
Figura 11-Carta das médias para a viscosidade do iogurte líquido Danone Morango Banana ao D+1...22	
Figura 12- Carta das médias para a viscosidade do iogurte líquido Danone Morango Banana ao D+14.22	
Figura 13- Carta das médias para a viscosidade do iogurte líquido Danone Morango Banana ao DLC...23	
Figura 14- Carta das médias para o pH do iogurte líquido Danone Morango Banana ao D+1.....	23
Figura 15- Carta das médias para o pH do iogurte líquido Danone Morango Banana ao D+14.....	23
Figura 16- Carta das médias para o pH do iogurte líquido Danone Morango Banana ao DLC.....	23
Figura 17- Carta das médias para a viscosidade do iogurte líquido Danone Straciatella ao D+1.....	24
Figura 18- Carta das médias para a viscosidade do iogurte líquido Danone Straciatella ao D+14.....	24
Figura 19- Carta das médias para a viscosidade do iogurte líquido Danone Straciatella ao DLC.....	24
Figura 20- Carta das médias para o pH do iogurte líquido Danone Straciatella ao D+1.....	25
Figura 21 Carta das médias para o pH do iogurte líquido Danone Straciatella ao D+14.....	25
Figura 22- Carta das médias para o pH do iogurte líquido Danone Straciatella ao DLC.....	25
Figura 23-Capacidade do processo para a viscosidade do iogurte líquido Danone Morango ao D+1 (realizado com os limites definitivos).....	27
Figura 24 Capacidade do processo para a viscosidade do iogurte líquido Danone Morango ao D+1 (realizado com os limites temporários).....	27
Figura 25- Capacidade do processo para a viscosidade do iogurte líquido Danone Morango Banana ao D+1 (realizado com os limites definitivos).....	28
Figura 26- Capacidade do processo para a viscosidade do iogurte líquido Danone Morango Banana ao D+1 (realizado com os limites temporários).....	28
Figura 27 Capacidade do processo para a viscosidade do iogurte líquido Danone Stracciatella ao D+1 (realizado com os limites definitivos).....	28
Figura 28 Capacidade do processo para a viscosidade do iogurte líquido Danone Stracciatella ao D+1 (realizado com os limites temporários).....	28
Figura 29- Carta de controlo para a viscosidade do produto acabado, variedade Pêssego Maracujá ao D+1.....	38
Figura 30- Carta de controlo para a viscosidade do produto acabado, variedade Pêssego Maracujá ao D+14.....	38
Figura 31- Carta de controlo para a viscosidade do produto acabado, variedade Pêssego Maracujá ao DLC.....	38

Figura 32- Carta de controlo para a viscosidade do produto acabado, variedade Pina Colada ao D+1 ...	39
Figura 33- Carta de controlo para a viscosidade do produto acabado, variedade Pina Colada ao D+14.....	39
Figura 34- Carta de controlo para a viscosidade do produto acabado, variedade Pina Colada ao DLC.....	39
Figura 35- Carta de controlo para a viscosidade do produto acabado, variedade Melão Melancia ao D+1.....	39
Figura 36- Carta de controlo para a viscosidade do produto acabado, variedade Melão Melancia ao D+14.....	39
Figura 37- Carta de controlo para a viscosidade do produto acabado, variedade Melão Melancia ao DLC.....	40
Figura 38- Carta de controlo para a viscosidade do produto acabado, variedade Manga Tangerina ao D+1.....	40
Figura 39- Carta de controlo para a viscosidade do produto acabado, variedade Manga Tangerina ao D+14.....	40
Figura 40- Carta de controlo para a viscosidade do produto acabado, variedade Manga Tangerina ao DLC.....	40
Figura 41- Carta de controlo para a viscosidade do produto acabado, variedade Lima Limão ao D+1	41
Figura 42- Carta de controlo para a viscosidade do produto acabado, variedade Lima Limão ao D+14.....	41
Figura 43- Carta de controlo para a viscosidade do produto acabado, variedade Lima Limão ao DLC.....	41
Figura 44- Carta de controlo para a viscosidade do produto acabado, variedade Banana Chocolate ao D+1.....	41
Figura 45- Carta de controlo para a viscosidade do produto acabado, variedade Banana Chocolate ao D+14.....	41
Figura 46- Carta de controlo para a viscosidade do produto acabado, variedade Banana Chocolate ao DLC.....	42
Figura 47- Carta de controlo para o pH do produto acabado, variedade Pêssego Maracujá ao D+1	42
Figura 48- Carta de controlo para o pH do produto acabado, variedade Pêssego Maracujá ao D+14	42
Figura 49- Carta de controlo para o pH do produto acabado, variedade Pêssego Maracujá ao DLC.....	42
Figura 50- Carta de controlo para o pH do produto acabado, variedade Pina Colada ao D+1	43
Figura 51- Carta de controlo para o pH do produto acabado, variedade Pina Colada ao D+14	43
Figura 52- Carta de controlo para o pH do produto acabado, variedade Pina Colada ao DLC.....	43
Figura 53- Carta de controlo para o pH do produto acabado, variedade Melão Melancia ao D+1	43
Figura 54- Carta de controlo para o pH do produto acabado, variedade Melão Melancia ao D+14	43
Figura 55- Carta de controlo para o pH do produto acabado, variedade Melão Melancia ao DLC.....	44
Figura 56- Carta de controlo para o pH do produto acabado, variedade Manga Tangerina ao D+1	44
Figura 57- Carta de controlo para o pH do produto acabado, variedade Manga Tangerina ao D+14	44
Figura 58- Carta de controlo para o pH do produto acabado, variedade Manga Tangerina ao DLC.....	44
Figura 59- Carta de controlo para o pH do produto acabado, variedade Lima Limão ao D+1	45
Figura 60- Carta de controlo para o pH do produto acabado, variedade Lima Limão ao D+14	45
Figura 61- Carta de controlo para o pH do produto acabado, variedade Lima Limão ao DLC.....	45
Figura 62- Carta de controlo para o pH do produto acabado, variedade Banana Chocolate ao D+1	45
Figura 63- Carta de controlo para o pH do produto acabado, variedade Banana Chocolate ao D+14	45

Figura 64-Carta de controlo para o pH do produto acabado, variedade Banana Chocolate ao DLC.....	46
Figura 65- Capacidade do processo do iogurte líquido morango ao D+1 (valores provisórios)	48
Figura 66- Capacidade do processo do iogurte líquido morango ao D+1 (valores reajustados)	48
Figura 67 Capacidade do processo do iogurte líquido morango banana ao D+1 (valores provisórios).....	49
Figura 68- Capacidade do processo do iogurte líquido morango banana ao D+1 (valores reajustados)	49
Figura 69- Capacidade do processo do iogurte líquido Stracciatela ao D+1 (valores provisórios)	50
Figura 70- Capacidade do processo do iogurte líquido Stracciatela ao D+1 (valores reajustados)	50

Lista de tabelas

Tabela 1- Valores provisórios da empresa de viscosidade e pH dos iogurtes líquidos para cada variedade ao D+129

Tabela 2- Valores reajustados de viscosidade e pH dos iogurtes líquidos para cada variedade ao D+129

Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

SPC - Controlo Estatístico do Processo (do inglês Statistic process control)

DLC - Data limite de consumo

Rpm - Rotações por minuto

Cps - Centipoise

CBU - Unidade de negócio do país (do inglês Country business unit)

HTST - High Temperature and Short Time

R&D - Research and Development

LC - Limite Central

LI - Limite Inferior

LS - Limite Superior