

CONTROLE ESTATÍSTICO DE QUALIDADE EM UMA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

Prof. Dr. Manoel Henrique Salgado henri@feb.unesp.br

Universidade Estadual Paulista – Unesp – Av. Eng. Luiz Edmundo C. Coube, s/n – 17033-360 – Vargem Limpa – Bauru – SP

Profa. Dra. Rosani de Castro rosani@feb.unesp.br

Universidade Estadual Paulista – Unesp – Av. Eng. Luiz Edmundo C. Coube, s/n – 17033-360 – Vargem Limpa – Bauru – SP

Daniela de Carvalho Caffer

Pós-Graduanda “Lato-Sensu” em Engenharia de Produção – Unesp – Bauru – SP

***Resumo.** Qualidade na indústria alimentícia significa, antes de qualquer definição, a garantia de produtos seguros ao consumidor. A estabilidade microbiológica dos alimentos está relacionada com fatores intrínsecos: a água e a acidez e extrínsecos: a temperatura e a umidade do ambiente. Esses fatores, quando controlados, podem contribuir no retardamento do crescimento microbiano e garantir a obtenção de produtos alimentícios estáveis, de prolongada vida de prateleira, e seguros à saúde do consumidor. Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a qualidade do Talharim, macarrão de massa fresca, utilizando os parâmetros de qualidade como atividade de água, acidez e umidade do produto no período de 1996 a 1996, considerando duas formulações. Para uma das amostragens comparou-se medições em diferentes períodos do dia. Gráficos de controle foram utilizados para mostrar o comportamento das variáveis. Conclui-se que não ocorreu diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) nas análises de pH entre as medições dos dois analistas. Em relação à atividade de água A_w notou-se diferença significativa ($p < 0,05$) entre as medições dos analistas, variação essa possivelmente ocasionada devido às análises terem sido feitas em horários com temperaturas diferentes. Apesar da tendência de diminuição da A_w com o aumento da temperatura, esta correlação não foi significativa ($p > 0,05$). Em relação as formulações a A_w da formulação 1 foi superior ($p < 0,05$) ao da formulação 2, o que era esperado devido à eliminação do açúcar e da gordura vegetal. Em relação ao pH não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as duas formulações. Em termos de umidade, observou-se diferença significativa ($p < 0,05$), sendo que a formulação 1 resultou, em média, maiores valores devido à composição do produto.*

***Palavras-Chave:** engenharia de qualidade, controle de qualidade, qualidade de alimentos*

1. INTRODUÇÃO

Em se tratando de segurança de produtos alimentícios o problema mais importante em uma indústria de alimentos é a contaminação por microorganismos patogênicos. A capacidade de sobrevivência ou de multiplicação desses microorganismos que estão presentes em um alimento depende de suas características (fatores intrínsecos) e das condições do ambiente em que se encontra (fatores extrínsecos).

As inovações tecnológicas na elaboração de alimentos têm efeitos diversos: algumas se destinam a melhorar a produção e venda dos alimentos, podendo aumentar os riscos para a saúde do consumidor, outras podem ajudar a garantir que os alimentos do mercado satisfaçam requisitos higiênicos e nutritivos ou contribuir para reduzir as perdas econômicas ocasionadas pelo desperdício, a infestação ou a contaminação.

Certas impurezas também podem chegar aos alimentos por contato com os variados implementos industriais, recipientes, envases e utensílios, durante as fases de tratamento, elaboração e armazenagem. Além disso, vale mencionar que as substâncias nocivas podem surgir de

certos métodos de fabricação ou de preservação, assim como a defumação e a irradiação de alimentos.

A inspeção na produção, o controle de qualidade, as regras para o registro, as análises de controle, prévias e fiscais, a propaganda, a rotulagem, a questão de pesos e medidas, as alterações das fórmulas de composição dos produtos industrializados e as substâncias empregadas na fabricação dos mesmos, e os prazos de validade devem ser objeto de rigorosa disciplina nas indústrias alimentícias.

Em vista da necessidade de um controle rigoroso as empresas têm investido em sistemas de qualidade aplicados em toda cadeia do processo, desde a avaliação de fornecedores até a inspeção em pontos de venda.

Para maior racionalização dos meios de controle e recursos, existe os sistemas normatizados como o HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point), a série ISO 9000 (NBR – 9000), o TQM (Total Quality Management), entre outros.

O programa de análise de perigos e pontos críticos de controle (APPCC), conhecido internacionalmente pela sigla em inglês HACCP, vem de encontro á necessidade de produzir alimentos mais seguros, pois é uma maneira sistematizada de estabelecer pontos de monitoramento, em uma linha específica de produção, a fim de garantir a segurança do produto final.

O gerenciamento da qualidade total, mais conhecido com a sigla em inglês TQM, tem sido bem aceito e vem ganhando espaço nos últimos anos devido à obtenção de produtos de melhor qualidade e menor custo.

O objetivo deste trabalho foi analisar e discutir os procedimentos usuais no controle da qualidade de produtos alimentícios, em especial a massa fresca, tendo por fim atender às especificações e as exigências de padrões e normas de qualidade e, conseqüentemente, garantir a produção e a comercialização de alimentos seguros e sempre satisfatórios para o consumidor.

O trabalho foi desenvolvido nas instalações do Departamento de Qualidade de uma indústria de massa fresca, situada no município de Bauru, SP.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Fatores que controlam o desenvolvimento de Microorganismos de Alimentos

Uma das principais preocupações da microbiologia de alimentos relaciona-se ao controle do desenvolvimento microbiano visando eliminar riscos à saúde do consumidor, bem como prevenir ou retardar o surgimento de alterações indesejáveis nos alimentos descrevem Franco e Landgraf ⁽¹⁾.

A estrutura biológica do alimento apresenta importância na alteração dos mesmos. As porções mais internas dos tecidos sadios, animais ou vegetais, são estéreis ou possuem pequena carga microbiana. Portanto, a menos que os microorganismos penetrem, a parte interna dos tecidos é praticamente livre de seres vivos, Gava ⁽²⁾.

A água de um alimento, conforme sua situação e disponibilidade, é um dos fatores mais importantes do crescimento microbiano.

A água pode exercer diversas funções importantes em um sistema alimentício, como: solvente (permitindo que os componentes se interagem), componente adsorvido (reduzindo a sua susceptibilidade à oxidação) e como reagente segundo Jardim e Germer ⁽³⁾.

Nos alimentos ricos em água com valores de A_w acima de 0,90, as reações químicas e enzimáticas podem ter suas velocidades diminuída pela baixa concentração dos reagentes. Quando a atividade de água baixar para 0,40-0,80 haverá possibilidade de reações químicas e enzimáticas rápidas pelo aumento das concentrações dos reagentes. Os efeitos da variação da A_w num alimento não só estão ligados ao crescimento de microorganismos ou à deterioração química e enzimática, mas também à deterioração da sua consistência, Bobbio e Bobbio ⁽⁴⁾.

Outra característica importante é a concentração de íons de hidrogênio, ou seja, o pH. Os efeitos tóxicos observados pelos microorganismos, quando estão num pH desfavorável (muito ácido, por exemplo), não são resultantes de um excesso de H^+ (ou OH^-), mas sim da forma não dissociada da

molécula que poderá penetrar pela membrana por difusão passiva ou por transporte ativo, envolvendo enzimas permeases.

O pH 4,5 é muito importante em microbiologia de alimentos, pois assinala o nível abaixo do qual não há desenvolvimento de *Clostridium botulinum*, bem como, de modo geral, das bactérias patogênicas. A microflora de alimentos pouco ácidos (pH >4,5) é muito variada, havendo condições para o desenvolvimento da maioria das bactérias, fungos filamentosos e leveduras. Em alimentos ácidos (pH entre 4,5 e 4,0), as bactérias que podem se desenvolver são as lácticas e algumas esporuladas dos gêneros *Bacillus* e *Clostridium*. conforme Siqueira ⁽⁵⁾.

Quanto aos fatores extrínsecos os microorganismos podem multiplicar-se em uma faixa bastante ampla de temperatura havendo registros de multiplicação a um mínimo de – 35° C e um máximo de 90° C, conforme Franco e Landgraf ⁽⁶⁾, op. cit.

Considerada um outro fator extrínseco a umidade do ar está diretamente relacionada com a qualidade do produto. Uma umidade relativamente baixa determinará perda da umidade do alimento, podendo ocorrer uma desidratação, ao passo que uma umidade relativamente alta facilitará o crescimento microbiano, Gava ⁽⁷⁾, op. cit.

Quanto à necessidade de oxigênio para o desenvolvimento dos microorganismos, segundo Siqueira ⁽⁸⁾, op. citemos a seguinte classificação:

aeróbios: quando só desenvolvem na presença de oxigênio;

anaeróbios: quando só se desenvolvem na ausência de oxigênio;

facultativos: quando se desenvolvem tanto na presença como na ausência do oxigênio; e

microaerófilos: necessitam de pequenas quantidades de oxigênio.

2.2. Gerenciamento da Qualidade

Qualidade constitui, em sua essência, um meio para gerenciar a organização. Assim como a contabilidade e marketing, qualidade tornou-se um elemento importante do gerenciamento moderno. E a eficácia no gerenciamento da qualidade passou a constituir uma condição imprescindível para a eficiência do próprio gerenciamento industrial, Feigenbaum ⁽⁹⁾.

A qualidade é hoje um elemento crucial para o comércio internacional, para a capacidade de defesa, para a segurança e saúde humanas e para a proteção do meio ambiente, Juran e Gryna ⁽¹⁰⁾.

Gerenciamento da Qualidade (GQ) é uma filosofia que tem por finalidade melhorar continuamente a produtividade em cada nível de operação e em cada área funcional de uma organização, utilizando todos os recursos financeiros e humanos disponíveis. Com o Gerenciamento da Qualidade, o objetivo é prevenir defeitos com ferramentas de identificação e solução de problemas, Brocka e Brocka ⁽¹¹⁾

Prevenção é a única maneira de gerar alta lucratividade, conforme Fellers ⁽¹²⁾.

Cheng ⁽¹³⁾ descreve que para cumprir esse objetivo, historicamente, três enfoques complementares de GQ podem ser identificados. O primeiro enfoque é caracterizado pela separação do defeituoso, comparando o produzido com um padrão. O segundo caracteriza-se pelo controle de todos os processos envolvidos na formação do produto final, tanto no seu efeito como nas suas causas. O que existe em comum entre os dois enfoques é a tentativa de buscar: 1 – a aproximação entre a “Qualidade de Fabricação” e a “Qualidade de Especificação de Projeto”; e 2 – o estreitamento da faixa de variação da “Qualidade de Fabricação” ou redução da variabilidade. O terceiro enfoque difere dos dois primeiros porque, além de necessitar dos enfoques anteriores, busca uma aproximação entre a “Qualidade Exigida” dos clientes e a “Qualidade de Especificação do Produto e Serviço Recebido”, passando pela “Qualidade de Especificação e Qualidade de Fabricação do Produto”. Estes três enfoques podem ser vistos como uma evolução do conceito de GQ e esta evolução, é a operacionalização do conceito de “controle a montante” no ciclo de vida do produto dentro de uma empresa. Os gráficos de controle são ferramentas importantes nessas etapas.

Portanto, torna-se necessário o conhecimento total do produto e do modo pelo qual cada característica da qualidade influencia sua função. As especificações geralmente tendem a identificar o produto em termos de características mensuráveis do produto final, Feigenbaum ⁽¹⁴⁾, op. cit.

3. METODOLOGIA

O produto estudado foi o macarrão Talharim, considerado um dos principais da empresa, de ótima praticidade, pois apenas cinco minutos são o suficiente para o seu cozimento.

Conforme a Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação (ABIA), a “massa alimentícia”, de acordo com o seu teor de umidade, pode ser classificada em dois grupos:

- massa fresca – quando foi submetida a processo incipiente (parcial) de secagem;
- massa seca – quando foi submetida a processo de secagem.

Nesse trabalho foram consideradas duas formulações: 1- contendo farinha de trigo, ovo líquido integral, monoglicerídeos, sal, beta caroteno, sorbato de potássio e água (amostradas em 1996 e 1999) e a formulação 2 que não contém ovo líquido integral, mas sim gordura vegetal hidrogenada, açúcar e clara de ovo líquida.

De acordo com a ABIA, a umidade máxima para massa fresca está definida como sendo de 30 %. As massas alimentícias frescas, com ou sem recheio, também devem obedecer ao seguinte padrão, quanto às características microbiológicas:

- Bactérias do grupo coliforme de origem fecal: máximo 10/g.
- Clostrídios sulfito redutores (a 44° Celsius): máximo, 2 X 10/g.
- Staphylococcus aureus: máximo 10³/g.
- Salmonelas: ausência em 25g.
- Bolores e Leveduras: máximo 10³/g.

3.1. Preparo da amostra para análise de Atividade de Água (Aw)

O instrumento utilizado na análise foi o Aqualab, modelo CX-2, da Decagon Devices. Para o preparo da solução saturada foram utilizados os seguintes sais: cloreto de potássio e sulfato de potássio. A amostra de Talharim não foi triturada, pois este procedimento causa uma alteração da umidade e, possivelmente, uma variação na Aw, ocasionando um erro na medida. A amostra foi cortada e depois colocada dentro da cápsula, não muito cheia. Foi considerada, de acordo com o manual de instrumento, uma variação de +/- 0,012 unidades de Aw, com limite de confiança de 95%.

3.2. Preparo da amostra para análise de pH

Os instrumentos utilizados foram o pHmetro modelo 320 e o eletrodo modelo 418, ambos da Metler Toledo. Após ser triturada, a amostra de Talharim foi pesada em Béquer, 10 +/- 0,1 g e, em seguida, dissolvida em 90 ml de água destilada. A estabilização ocorreu em 30 minutos, quando a amostra estava pronta para análise. Para a leitura de pH foi considerada uma variação de +/- 0,05 unidades de pH.

3.3. Preparo da amostra para análise de umidade para método gravimétrico com emprego de estufa

O método baseia-se na determinação de perda de peso do produto quando o mesmo é submetido à temperatura de 105° C. Para a análise foram utilizados os seguintes materiais: estufa regulada 105° Celsius da FANEM Ltda, cápsula de alumínio, garra, dessecador, balança analítica e liquidificador. Após ser triturada, cerca de 3 g da amostra foi pesada em cápsula de alumínio, previamente aquecida à 105° Celsius por no mínimo uma hora, resfriada em dessecador até a temperatura ambiente e pesada. A amostra mais a cápsula foram aquecidas a 105° Celsius por 17 horas e resfriada em dessecador até temperatura ambiente. Em seguida, a amostra foi pesada.

3.4. Preparo da amostra para análise de umidade para método instrumental – Balança Infra – Vermelho

O método utiliza o princípio de secagem através do calor irradiado por uma lâmpada infra – vermelha, posicionada a uma determinada altura e durante um intervalo de tempo pré – estabelecido. Para a análise foram utilizados os seguintes materiais: balança infra – vermelho da

Gehaka modelo SI 4040, espátula e liquidificador. Após ser triturada, cerca de 10,0 g da amostra foi pesada na própria balança. Após a secagem da amostra por durante 20 minutos, o display indica o teor de umidade do produto.

3.5 Amostragens e metodologia de análise

Na análise das características do produto sob controle, foram comparados resultados, obtidos em fases do processo produtivo e do controle de qualidade, correspondentes às amostragens em períodos de 1996, 1998 e 1999. Avaliou-se os dados em relação à padronização de medidas, à formulação do produto e à especificação técnica. Foram utilizadas ferramentas da Estatística Descritiva e Inferencial, tais como o CEP (Controle Estatístico do Processo) e testes adequados para a comparação de duas ou mais séries de valores.

Para as análises estudadas houve a participação de três colaboradores da empresa: Analista de Laboratório II (A), Analista de Laboratório I (B) e Auxiliar de Produção (C). Os analistas A e B, da Qualidade Assegurada, analisaram a Aw do Talharim nos períodos de 1996, 1998 e 1999. O pH foi analisado somente nos períodos de 1998 e 1999. A umidade foi analisada somente pelo analista B no período de 1996 e pelos analistas A e B em 1999, sempre utilizando a metodologia da estufa 105° Celsius. Já o analista C, da Linha de Produção, foi o responsável pela análise de umidade no período de 1999.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação às variáveis de qualidade, quanto ao pH na formulação 1 observou-se que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) nas análises realizadas pelos analistas, sendo que o analista B realizou suas medições imediatamente após a coleta e, o B, no 2º turno, 8 horas após a coleta.

Observou-se diferença significativa ($p < 0,05$) entre os resultados de Aw ao compararmos os dados dos analistas. Esta variação possivelmente foi ocasionada devido às análises terem sido realizadas em horários com temperaturas diferentes, pois o analista A fazia as análises no período da tarde, quando a temperatura ambiente estava mais elevada e o produto já tinha algumas horas de fabricação. Quanto à relação entre Aw e a temperatura observou-se leve tendência de diminuição da Aw com o aumento da temperatura, porém não significativo ($p > 0,05$). Ao contrário do que afirma Jardim e Germer⁽¹⁵⁾, op. cit., não houve correlação positiva da Aw com a temperatura. Observou-se ainda que a umidade não apresenta correlação ($r = 0,304$) significativa ($p > 0,05$) com Aw apesar de leve tendência de que a Aw aumenta com a umidade. Considerando que a umidade representa a água total no alimento, enquanto que a atividade de água somente a disponível, essa observação, de tendência de aumento Aw com o aumento da umidade, tem sentido, embora haja outros produtos com baixa umidade e alta atividade de água, caso do açúcar cristal.

Já com relação aos períodos de produção, nas amostragens relativas à formulação 1 a atividade de água Aw foi significativamente superior ($p < 0,05$) à média da formulação 2. Esse aumento já era esperado em virtude da eliminação do açúcar e gordura vegetal, ingredientes que auxiliam na absorção de água. No caso do pH não ocorreu diferença significativa entre as duas formulações. Em relação à umidade observou-se diferença significativa entre os resultados, principalmente na produção de 1999 (formulação 1) onde ocorreram maiores valores de umidade (média de 29,2%), principalmente devido à composição do produto.

5. CONCLUSÕES

Com os resultados apresentados, pôde-se chegar às seguintes conclusões:

- O controle estatístico dos parâmetros físico-químicos, através dos tempos, resultou na evolução da qualidade do Talharim;
- Embora nem todos os parâmetros obedecessem ao limite especificado, o produto estudado pôde ser considerado seguro, em vista de que o fator intrínseco mais importante para a deterioração de

alimentos, a atividade de água, foi controlado nas duas formulações. A formulação 1 foi positivamente aceita pelo consumidor.

- Os fatores extrínsecos e intrínsecos podem contribuir com parcelas diferentes no retardamento do crescimento microbiano. Se a carga microbiana inicial for baixa, caso do produto em estudo, um único fator intrínseco pode ser suficiente para manter a estabilidade de um alimento.

- A metodologia CEP (Controle Estatístico do Processo) é um instrumento valioso no controle de variações.

6 REFERÊNCIAS

- FRANCO, B. D. G. M., LANDGRAF, B. *Microbiologia dos Alimentos*. São Paulo, 1996.
- GAVA, A. J. *Princípios de Tecnologia de Alimentos*. São Paulo: Editora Nobel, 1984.
- JARDIM, D. C. P., GERMER S. P. M. *Atividade de Água em Alimentos*. Campinas, 1997.
- BOBBIO, P. A., BOBBIO F.O. *Química do Processamento de Alimentos*. São Paulo: Varela, 1992.
- SIQUEIRA, R. S. *Manual de Microbiologia de Alimentos*. Brasília: Serviço de Produção de Informação. s.n., 1985.
- FEIGENBAUM, A. V. *Controle da Qualidade Total – Estratégias para o Gerenciamento e Tecnologia da Qualidade (Tecnologia da Engenharia da Qualidade)*. Trad. R. Cahen. São Paulo: Makron Books, 1994.
- JURAN, J. M., GRZYNA, F. M. *Métodos Estatísticos Clássicos Aplicados à Qualidade*. São Paulo: Makron Books., 1992.
- BROCKA, B., BROCKA, M. S. *Gerenciamento da Qualidade*. São Paulo: McGraw-Hill Ltda, 1994.
- FELLERS, G. Trazendo os Princípios de deming da Sala de Aula para a Empresa. Trad. R. Cahen. São Paulo: Pioneira, 1994.
- CHENG, L. C. *QFD: Planejamento da Qualidade*. Belo Horizonte: Littera Maciel Ltda, 1995.

ESTATISTICAL CONTROL OF QUALITY IN A FOOD INDUSTRY

Abstract. Quality in the nourishing industry means, before any definition, the guarantee of safe products to the consumer. The microbiological stability of foods is related with intrinsic factors: the water and the acidity and extrinsic: the temperature and the humidity of the environment. These factors, when controlled, can contribute in the retardation of the microorganism growth and guarantee the attainment of steady nourishing products, of drawn out life of shelf, and safes to the health of the consumer. This work was developed with the objective to evaluate the Talharim's quality, pasta of cool mass, using the parameters of quality as: activity of water, acidity and humidity of the product in the period from 1996 to 1996, considering two formularizations. For one of the samplings were compared measurements in different periods of the day. Graphs of control were used to show the behavior of the variable. Was concluded that did not occur difference statically significant ($p > 0,05$) in the analyses of pH between the measurements of the two analysts. In relation to the activity of A_w water significant difference was noticed ($p < 0,05$) between the measurements of the analysts, variation possibly caused due to the analyses have been done in schedules with different temperatures. Despite the trend of reduction of the A_w with the increase of the temperature, this correlation was not significant ($p > 0,05$). In relation the formularizations A_w of formularization 1 was superior ($p < 0,05$) compared with formularization 2, what was waited due to elimination of the sugar and the vegetal fat. In relation to the pH did not have significant difference ($p > 0,05$) between the two formularizations. In humidity terms, significant difference was observed ($p < 0,05$), being that formularization 1 resulted, in average, greater values due to composition of the product.

Key words: engineering of quality, quality control, quality of foods