UNIVERSIDADE SAGRADO CORAÇÃO

MARIA CLÁUDIA VINHOLI

CONTROLE ESTATÍSTICO NA QUALIDADE DO PROCESSO: INDUSTRIALIZAÇÃO DE FERMENTO BIOLÓGICO DE PANIFICAÇÃO

BAURU
2012

MARIA CLÁUDIA VINHOLI

CONTROLE ESTATÍSTICO NA QUALIDADE DO PROCESSO: INDUSTRIALIZAÇÃO DE FERMENTO BIOLÓGICO DE PANIFICAÇÃO *(SACCHAROMYCES CEREVISIAE)*

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Exatas e Sociais Aplicadas como parte dos requisitos para obtenção do título de bacharel em Engenharia Química, sob a orientação do Prof. André Almeida.

BAURU
2012

Vinholi, Maria Claudia
V784c

Controle estatístico na qualidade do processo: industrialização de fermento biológico de panificação. / Maria Claudia Vinholi -- 2012.
45f. : il.

Orientador: Prof. André de Almeida.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade do Sagrado Coração – Bauru – SP.

1. Controle estatístico. 2. Fermento biológico. 3. Panificação. I. Almeida, André de. II. Título.

MARIA CLÁUDIA VINHOLI

CONTROLE ESTATÍSTICO NA QUALIDADE DO PROCESSO: INDUSTRIALIZAÇÃO DE FERMENTO BIOLÓGICO DE PANIFICAÇÃO *(SACCHAROMYCES CEREVISIAE)*

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Exatas e Sociais Aplicadas como parte dos requisitos para obtenção do título de bacharel em Engenharia Química, sob a orientação do Prof. André Almeida.

Banca Examinadora:

_____
Prof. André Almeida
Universidade Sagrado Coração

_____
Profª. Dra. Ana Paula Cerino Coutinho
Universidade Sagrado Coração

_____
Prof. Dr. Sandro Megale Pizzo
Universidade Sagrado Coração

Bauru, 13 de dezembro de 2012.

Dedico este trabalho aos meus pais, pois sem eles este trabalho e muito dos meus sonhos não se realizariam.

AGRADECIMENTOS

Concluo o Curso Superior em Engenharia Química e inicio o curso de minha vida profissional, e agora com a certeza de encontrar degraus, os quais andarei passo a passo, ritmados e reforçados por aquilo que aprendi.

Há tantos a agradecer, por tanto se dedicarem a mim, não somente por terem ensinado, mas por terem me feito aprender. Aos meus professores dedicados, aos quais, sem nominar terão meu eterno agradecimento.

A Universidade Sagrado Coração, seu corpo de direção e administrativo, que oportunizaram a janela que hoje vislumbro um horizonte superior.

A Minha Família, por me darem todo suporte e amor de que eu precisei, pela confiança que depositaram em mim em todos os momentos, por acreditarem que nos momentos de minha ausência dedicados ao estudo superior, sempre fizeram entender que o futuro, é feito a partir da constante dedicação no presente.

Ao meu namorado, por me incentivar sempre, por toda ajuda e paciência.

Aos meus amigos e amigas, minha segunda família. Jamais lhes esquecerei.

Por final a aquele, que me permitiu tudo isso, ao longo de toda a minha vida, e, não somente nestes anos como universitária, a você meu DEUS meu agradecimento, que sempre andou comigo e iluminou o meu caminho durante esta trajetória.

“Ama-se mais o que se conquista com esforço”.
(Benjamin Disraeli)

RESUMO

O presente trabalho apresenta um estudo do referencial teórico disponível sobre o processo de industrialização do fermento biológico de padeiro que é composto essencialmente de células vivas da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, e o controle estatístico da qualidade para a busca por maior satisfação na sua obtenção, possibilitando avaliação eficiente e monitoramento do processo, a fim de observar os principais aspectos sob os quais o assunto pode ser explorado, bem como as principais aplicações e restrições. Neste tipo de indústria há uma dificuldade trazida para a produção, pelo fato de que o sistema em questão envolve sistemas vivos, onde há um número alto de reações e fenômenos envolvidos. Isto faz com que a empresa procure desenvolver técnicas de controle e otimização de processos para garantir a qualidade do produto. O controle estatístico proporciona a melhoria gradativa, pela redução contínua da variabilidade dos parâmetros operacionais. As análises podem ser monitoradas através de cartas de controle, que detectam os desvios de parâmetros representativos do processo, reduzindo a quantidade de produtos fora de especificações e os custos de produção. Foram descritos ainda questões relacionadas à legislação que preconiza parâmetros para este tipo de produto.

Palavras-chave: Fermento Biológico, *Saccharomyces Cerevisiae*, Controle Estatístico da Qualidade. Cartas de Controle.

ABSTRACT

The current work presents a study on the theoretical referential available on the industrialization process of baker's yeast, which is mainly composed of living cells of the yeast Saccharomyces cerevisiae, and the statistical quality control to search for greater satisfaction in its obtainment, enabling efficient evaluation and process monitoring in order to observe the main aspects under which it can be exploited, as well as the main uses and restrictions. In this type of industry there is a difficulty brought into production, the fact that the system in question involves living systems, where there is a high number of reactions and phenomena involved. This makes the company to seek the development of techniques for processes control and optimization to ensure product quality. The statistical control provides gradual improvement by the continuous reduction of the variability of operating parameters. The analyzes can be monitored by control charts, which detect deviations of representative parameters of the process, reducing the amount of off-specification products and the production costs. In addition, issues related to legislation that advocates parameters for this type of product were also described.

Keyworlds: Biological yeast, *Saccharomyces cerevisiae*, Statistical Quality Control. Control Charts.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Levedura da Saccharomyces cerevisiae.....14

Figura 2 - Tipos de fermentos 2025

Figura 3 - Etapas do processo de industrialização do fermento de panificação.....26

Figura 4 - Fermentador.....266

Figura 5 - Cultivo de Saccharomyces cerevisiae.....29

Figura 6 - Preparação do inóculo 320

Figura 7 – Filtro rotativo.....322

Figura 8 - Mapa de processo: ferramenta de busca da excelência.....333

Figura 9 - Representação gráfica de processos sob controle e fora de controle.....38

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Características dos principais tipos de fermento. 19

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 13

2 OBJETIVOS 16

2.1 GERAL 16

2.2 ESPECÍFICOS 16

3 LEGISLAÇÃO 17

4 O FERMENTO DE PANIFICAÇÃO (SACCHAROMYCES CEREVISIAE) 18

4.1 TIPOS DE FERMENTOS BIOLÓGICOS 19

4.1.1 Fermento Biológico Fresco 20

4.1.2 Fermento Biológico Seco 21

4.1.3 Fermento Biológico Seco Instantâneo 22

4.2 PROCESSO DE FABRICAÇÃO ..... **Erro! Indicador não definido.**3

4.2.1 Matérias-primas, preparo do meio e esterilização 26

4.2.2 Preparação do mosto 27

4.2.3 Preparação do inóculo 28

4.2.4 Processo fermentação descontínua alimentada. 300

4.2.5 Concentração e pré/secagem 311

5 TÉCNICAS PARA CONTROLE DE PROCESSO E QUALIDADE Erro! Indicador não definido.

6 CONTROLE ESTATÍSTICO DA QUALIDADE 355

6.1 CARTAS DE CONTROLE 366

7 CONCLUSÃO ..... Erro! Indicador não definido.**0**

ANEXO A 41

REFERÊNCIAS ..... Erro! Indicador não definido.**3**

1 INTRODUÇÃO

A capacidade de ação dos microrganismos em converter determinadas substâncias em outras vem desde a antiguidade. O ser humano passou a observar que certos sistemas se propagavam devido à presença de microrganismos no meio. Com isso, iniciou o aproveitamento para a produção de substâncias específicas, sendo possível realizar estudos e utilizar estes de maneira a atender da melhor forma as nossas necessidades. (LIMA, 1975).

A microbiologia é uma ciência que proporciona grande vantagem às indústrias de pães, vinhos e queijos, pois antes eram realizados em casa ou pequenas propriedades e atualmente passaram a ser realizados em grandes indústrias. (PRESCOTT *et al.*, 1959).

Um grupo muito conhecido de microrganismos são as leveduras. Estas são organismos unicelulares, capazes de viver com ou sem oxigênio e que podem ser manipuladas em laboratório de forma semelhante à maioria das bactérias, mas com exigências nutricionais e ambientais normalmente mais simples. Em geral, são fáceis de manter, estocar, cultivar e isolar a partir de diferentes materiais biológicos. Embora elas sejam tolerantes a condições desfavoráveis, muitos métodos de manutenção, comumente utilizados, resultam em baixos níveis de sobrevivência e instabilidade das suas propriedades fisiológicas e bioquímicas (MARIANO, 2006).

O desenvolvimento do conceito de levedura pode ser considerado com início por volta de 1680, quando Anton van Leeuwenhock observou, através do microscópio, a presença de levedo. Mas foi somente após os estudos de Louis Pasteur, em meados do século XIX, é que se caracterizou a individualidade da levedura como um organismo vivo com características próprias.

As primeiras leveduras descobertas estavam associadas a processos fermentativos como o de pães, que provocam um aumento da massa pela liberação de gás. O agente desta expansão da massa é o fermento, que é um fungo não-tóxico, que tem a habilidade de metabolizar carboidratos, transformando o amido em alimento e eliminado as suas sobras que são o CO2 e o álcool.

Na figura 1 é apresentada a levedura cientificamente chamada de *Saccharomyces cerevisiae*. Esta é o elemento básico na produção de fermento e no processo do crescimento de massas, através da decomposição destes microrganismos. Esta ação atua transformando estruturas complexas em estruturas

mais simples e é chamada de fermentação. É aplicada em ciências médicas e biológicas produzindo proteínas disponíveis comercialmente.

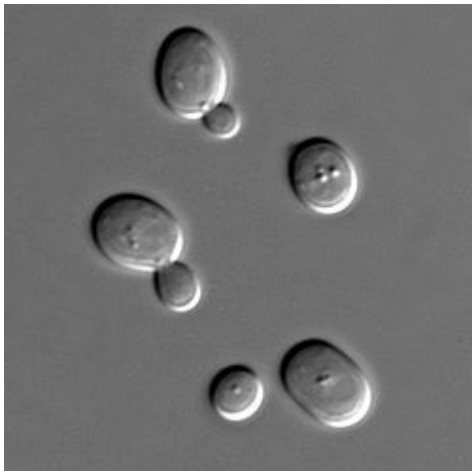

Figura **Erro! Indicador não definido.** - Levedura da Saccharomyces cerevisiae.
Fonte: Wikipedia

Na industrialização de fermento biológico, há uma dificuldade trazida para a produção, pelo fato de que o sistema envolve sistemas vivos, onde há um número alto de reações bioquímicas e fenômenos envolvidos. Isto faz com que a empresa procure desenvolver técnicas de controle, automação e otimização de processos para garantir a qualidade do produto.

Este controle na qualidade é a definição, a análise e a melhoria contínua dos processos, com o objetivo de atender as necessidades e expectativas dos clientes, tornando-se indispensável no meio industrial.

As correções de ocorrências de problemas são feitas por meio de ações de prevenção. Estas permitem a possibilidade de interferências no comportamento de conduta do lote em produção, através de técnicas de controle estatístico por meio da coleta de pequenas amostras.

O uso dessas técnicas nas empresas tem como objetivos reduzir custos e aumentar a competitividade no mercado.

Os requisitos de qualidade exigidos pelos consumidores nos dias atuais em relação à viabilidade no momento de adquirir um determinado produto são considerados uma vantagem competitiva, distinguindo uma empresa de outra. Logo, as empresas que não estiverem preocupadas com esta busca pela qualidade poderão ficar à margem do mercado consumidor. (FIGUEIREDO, COSTA NETO, 2001)

Taguchi *et al.* (1990) explica que qualquer alteração nas características funcionais ou físicas do produto, no momento em que este fica a disposição do cliente, afetará sua qualidade, proporcionando prejuízos maiores às empresas do que seu próprio custo de fabricação, ou seja, quanto menor for essa perda, mais desejável é o produto para o consumidor.

A história da qualidade relata que os números contáveis gerados em um processo são objetos de análise e seguem conceitos modernos de estatística. Estes assumiram um papel importante nas empresas. Segundo Chew (1957), estatística é a arte de adquirir conhecimento através da coleta, análise e interpretação de informações. Nas empresas essa ciência é transformada em ferramentas de qualidade, que podem contribuir na melhoria contínua dos produtos ou processos de fabricação.

Este tipo de gerenciamento permite processos claramente definidos e com maior garantia de qualidade. A principal vantagem para isto é a capacidade de definir indicadores de desempenho para cada análise crítica (COSTA, 2010).

As falhas nas medidas preventivas e de controle de fabricação podem resultar em produtos inadequados ao consumo. Esse controle é exercido por meio de técnicas de gerenciamento de processos que trabalham com esse foco.

Segundo Montgomey (1991), as técnicas de planejamento e análise de experimentos são utilizadas basicamente para melhorar as características de qualidade dos produtos ou processos de fabricação, reduzir o número de testes e otimizar o uso de recursos da empresa (material, tempo dos funcionários, disponibilidade de equipamentos, etc).

O avanço dessas técnicas e procedimentos se faz necessário, e devem ter foco para níveis maiores de eficiência e lucratividade. Estes são representados pela combinação de máquinas, métodos, pessoas e outros recursos que transformam uma entrada em produtos acabados ou semi-acabados, com características ou parâmetros específicos.

O presente estudo apresentará de forma teórica, os procedimentos das técnicas de análises, que são responsáveis para garantir a qualidade, através do controle das variáveis de controle na entrada do processo ou sistema.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

O objetivo deste trabalho é apresentar um resumo da revisão bibliográfica, referente a técnicas de planejamento e análise de experimentos na industrialização por meio do controle estatístico da melhoria na qualidade industrial do fermento de panificação.

2.2 ESPECÍFICOS

- Estudo do processo produtivo do fermento biológico de panificação, para compreensão de técnicas de análise de experimentos para o controle da qualidade e melhoria deste processo de industrialização;
- Identificação de parâmetros de controle do processo que mais contribuem nos critérios de resposta de utilidade, para que a conseqüência das variáveis não controláveis seja reduzida e os melhores valores de ajustagem desses parâmetros sejam determinados para minimizar os problemas.

3 LEGISLAÇÃO

Para que um projeto seja iniciado, este deve estar de acordo com a questão jurídica. No caso da *Saccharomyces cerevisiae* para uso como fermento biológico, o produto classifica-se em alimento, pois será consumido por pessoas.

No Brasil o órgão responsável por regulamentar e fiscalizar a produção de alimentos é a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Pode-se verificar a parte de legislação no Brasil sobre as características do fermento biológico.

Os itens podem ser verificados no ANEXO A - Resolução CNNPA nº 38, de 1977 D.O de 27/12/77, anexo 2.

4 O FERMENTO DE PANIFICAÇÃO (*Saccharomyces cerevisiae*)

Atribui-se aos antigos egípcios o descobrimento do processo de fermentação; eles usavam este princípio por volta do ano 2600 a.C.. Formam provavelmente os primeiros a considerar a panificação como uma forma de arte. Os babilônios e os sumérios usavam leveduras na produção de álcool antes de 6000 a.C (NAJAFPOUR, 2007).

A primeira combinação dos ingredientes do pão com o fermento provavelmente aconteceu por acidente. Acredita-se que o primeiro crescimento da massa de pão se deu quando uma bebida alcoólica tenha sido, acidentalmente, adicionada a essa massa. Com a massa do pão em repouso, ela começou a crescer.

Na metade do século XIX, Louis Pasteur por meio de estudos sobre o uso de microrganismos na produção de alimentos fermentados, identificou muitos processos microbiológicos e descobriu os principais princípios da fermentação. (NAJAFPOUR, 2007).

As leveduras são sem dúvida o grupo mais importante de microrganismos comercialmente explorados pelo Homem, tanto quantitativamente como economicamente, mas englobam apenas cerca de 400 espécies agrupadas em 39 gêneros, o que é pouco quando comparadas com outros grupos importantes de microrganismos (STEWART e RUSSELL, 1985). A *Saccharomyces cerevisiae* é a que tem maior interesse industrial. As suas variedades e estirpes são usadas na propagação da levedura de padeiro, algumas cervejas (leveduras de topo), em destilarias, na produção de álcool e na fabricação de alguns vinhos.

O fermento de padaria, é utilizado nas indústrias de panificação para fazer levedar a massa, é composto essencialmente de células vivas da levedura *Saccharomyces cerevisiae*.

A produção de produtos como pães, vem desde a antiguidade, mas somente nos dias atuais é possível obter este tipo de produção de maneira controlada e eficiente (NAJAFPOUR, 2007). Atualmente, é possível comprar o fermento produzido industrialmente e de maneira padronizada. Antigamente, esse processo era realizado em casa ou pequenas propriedades, onde se fermentava os pães com leveduras presentes no meio ambiente, com o tempo estas leveduras eram mantidas em culturas próprias. (TORTORA *et al.*, 2006).

A *Saccharomyces cerevisiae* é um microrganismos que possui rápida velocidade de crescimento e, com isso, excesso de produção da cultura é gerado, tornando-se um resíduo agroindustrial (MOREIRA *et al.* 2002). São grandes as vantagens de utilização das leveduras em relação a outros microrganismos, principalmente em função desta possuir capacidade de incorporar grande variedade de substratos, sua alta velocidade de crescimento e facilidade de separação de sua biomassa (ICIDCA, 1999).

Em 1870, Fleischmann instala a primeira fábrica de levedura prensada comercial (fermento biológico de panificação). Em 1920, com o fim da Primeira Guerra Mundial, surge o fermento fresco, e em 1970 a Gist Brocades lança o fermento seco instantâneo.

As principais funções do fermento são:

- Transforma o açúcar presente na massa em gás carbônico, determinando o volume dos pães;
- Produzir substâncias aromáticas, conferindo aroma e sabor aos pães.

São encontradas no mercado em 3 tipos: o fermento biológico fresco, o seco e o seco instantâneo. As diferenças nos tipos existentes no mercado são apenas no teor de água, implicando em alterações nos métodos de utilização na massa e no armazenamento.

4.1 TIPOS DE FERMENTOS BIOLÓGICOS

A tabela 1 mostra quais são as características dos principais tipos de fermento.

Tabela 1 - Características dos principais tipos de fermento

	Fermento fresco	**Fermento seco**	
	Prensada	Granulada	Instantânea
Armazenagem à temperatura	Controlada de 4 a 8ºC	Temperatura ambiente	Temperatura ambiente
Conservação	Curta	Longa	Longa
Atividade / Kg	Baixa	Média	Alta
Poder gaseificante	Consistente	Variável	Consistente
Umidade	Alta: 70%	Baixa: 7 a 9%	Baixa: menos de 5%
Manuseio especial	Não	Reidratação	Não

Fonte: SENAI – Noções básicas de panificação

Figura 2 - Tipos de fermentos
Fonte: Blog Rogério Shimura, disponível em <http://rogerioshimura.wordpress.com/>

4.1.1 Fermento Biológico Fresco

As principais características do fermento biológico fresco são:

- Umidade - 68-72%
- Apresentação - pacotes de 15g e 500g
- Temperatura de atuação - por volta de 36ºC
- Morte - ocorre numa faixa de 50 - 55ºC
- Sólidos - 27-30%
- Proteína - 50-56%
- Fósforo - 1-1,4%
- Nitrogênio - 8-9%
- Cor - cinza creme
- Sabor – insípido
- Alto poder fermentativo

Armazenamento - O tempo de duração depende da quantidade de água existente no fermento; assim, se não estiver armazenado corretamente, quanto maior a quantidade de água menor a duração do produto.

Recomendações -

- Câmaras com temperatura ao redor de 4 a 8ºC, por um período máximo de 15 dias;
- Manter espaço entre os pacotes, para circulação de ar;
- Menor tempo possível de permanência fora da refrigeração, para minimizar a perda do poder fermentativo;

- Não armazenar o produto em embalagem de transporte.

Fatores que comprometem a atuação do fermento fresco -

- Autólise - o fermento na geladeira está em estado de latência, ao sair da geladeira com temperaturas mais altas, ele retorna à sua atividade, passando a digerir as próprias proteínas, o que diminui sua força fermentativa, já que o número de células que morrem é muito maior que o número de células produzidas;
- Envelhecimento e oxidação - ocorre com o fermento fresco que se encontra armazenado sem embalagem, ou com pedaços abertos; expostos, ficam com superfície rachada, seca, escura. Pode se evitar, não expondo o fermento à luz e ao ar;
- Sabor ácido - ocorre quando há contaminação do fermento por outros microrganismos;
- Embranquecimento - surge quando o fermento é armazenado em locais muito secos, o que resseca o fermento superficialmente, não implicando em danos ao seu poder fermentativo;
- Exsudação - é a perda de água do fermento. Ocorre quando o mesmo sofre adição direta de sal, açúcar, leite em pó, etc. Perde quase todo o poder fermentativo;
- Congelamento - destrói as células, perdendo o poder fermentativo. Temperaturas acima de 60ºC - provocam alterações no poder fermentativo das células.

4.1.2 Fermento Biológico Seco

Obtenção - Secagem do fermento fresco por ar quente: é quebrado em pequenas partículas ou grânulos. O fermento seco é mais fraco do que o fermento fresco porque, durante o processo de secagem, ocorre perda da água que se encontra no interior da célula, parte dessas células acabam morrendo e o restante permanece em estado de dormência. Portanto, este tipo de fermento deve ser usado em quantidades indicadas na embalagem.

Características -

- Apresentação: embalagens de 100g e 50g metálicas
- Aparência: grãos escuros, do tamanho de alpiste
- Umidade ao redor de 9%
- Durabilidade: ao redor de 6 meses

- Conservação: temperatura ambiente. Dispensa refrigeração
- Matéria-seca: 90%
- Reidratação: necessária, deve ser feita com água a 38ºC e com 3 a 4% de açúcar, por um período de 15 minutos de repouso.
- Utilização - 2/3 do peso do fermento fresco
- Cor: amarelo palha escuro
- Sabor: insípido
- Poder fermentativo: médio
- Matéria-seca: 90%

4.1.3 Fermento Biológico Seco Instantâneo

Obtenção - Consiste em células de levedura das quais a água é extraída por meio da desidratação, o que lhe permite contar ao final do processo com uma baixa umidade, e permanecendo em estado de dormência. O empacotamento é feito a vácuo, o que aumenta o tempo de uso, ou de vida-de-prateleira.

Características –

- Apresentação: embalagens de 450 g a vácuo, permitindo que o fermento seja solto, com ausência de grumos.
- Aparência: grânulos muito pequenos quase como areia fina
- Umidade: ao redor de 5%
- Durabilidade: 2 anos e após abertura do pacote, devemos utilizar no menor prazo possível.
- Conservação: temperatura ambiente. Dispensa refrigeração.
- Reidratação: não é necessária, devido ao pequeno tamanho dos grânulos.
- Pode ser adicionado direto na farinha
- Utilização: 1/3 do fermento fresco
- Cor: creme claro
- Sabor: insípido
- Poder fermentativo: alto

Vantagens –

- Não necessita de refrigeração;
- A embalagem fechada possui alta durabilidade (2 anos);
- Permite maior controle de fermentação em temperaturas elevadas;

- Proporciona melhor uniformidade das células no miolo do pão.

4.2 PROCESSO DE FABRICAÇÃO

O processo de industrialização é iniciado pelas etapas de tratamento dos melaços e preparação das matérias-primas auxiliares. Paralelamente, decorre em laboratório, a propagação de culturas puras de *Saccharomyces cerevisiae*, que são sucessivamente transferidas para estágios de preparação do inóculo em fermentadores descontínuos aeróbios de volume crescente.

Uma vez que o melaço é misturado, o pH é ajustado entre 4.5 e 5.0, pois uma mistura alcalina promove o crescimento de bactérias e este crescimento ocorre sob as mesmas condições que o crescimento do fermento. O melaço é clarificado, ou seja, retirada as partículas em suspensão e é então esterilizado com vapor a alta pressão. Após a esterilização, é diluído com água e mantido em tanques de retenção até que seja necessário para o processo de fermentação.

As células de levedura são cultivadas numa série de recipientes de fermentação, que são operados em condições aeróbias (apresentam excesso de ar), porque em condições anaeróbias (oxigênio limitado ou sem oxigênio) os açúcares fermentáveis são consumidos na formação de etanol e dióxido de carbono o que resulta em rendimentos de levedura baixos.

A fase inicial do crescimento do fermento ocorre em laboratório. Uma parte da levedura de cultura pura é misturada com mosto num frasco esterilizado, e permite-se que o fermento cresça durante 2 a 4 dias e são utilizados 1 a 2 fermentadores nesta fase do processo. As fermentações de cultura pura são uma continuação da fermentação do frasco. Após isto, a mistura do fermento é transferida para um fermentador.

O estágio de produção é efetuado em reatores de grande dimensão operados através da alimentação dos melaços. Após o creme estar pronto, este passa por um filtro rotativo a vácuo formando faixas de fermento contendo aproximadamente 33% de sólidos. O processo de embalagem final varia dependendo do tipo de produto de levedura.

Na produção de fermento fresco comprimido, são adicionados emulsificantes para dar ao fermento uma aparência de branco cremoso e inibir manchas de água, uma pequena quantidade de óleo de soja para ajudar a expulsar o fermento através

de bicos para formar faixas contínuas de fermento. O fermento é embalado e resfriado abaixo de 8°C, sendo depois transportados em caminhões refrigerados.

Na produção do fermento instantâneo, o produto é enviado para uma extrusora após a filtração, onde emulsificantes e óleos (diferentes das utilizadas para a levedura comprimida) são adicionados para texturizar as leveduras e para ajudar na extrusão. É extrusado em tiras finas, cortado num lote ou um sistema contínuo de secagem. Após a secagem, a levedura é embalada a vácuo antes de ser lacrada com calor. A vida útil à temperatura ambiente é de 1 a 2 anos.

O processo de industrialização do fermento biológico pode ser observado na Figura 3.

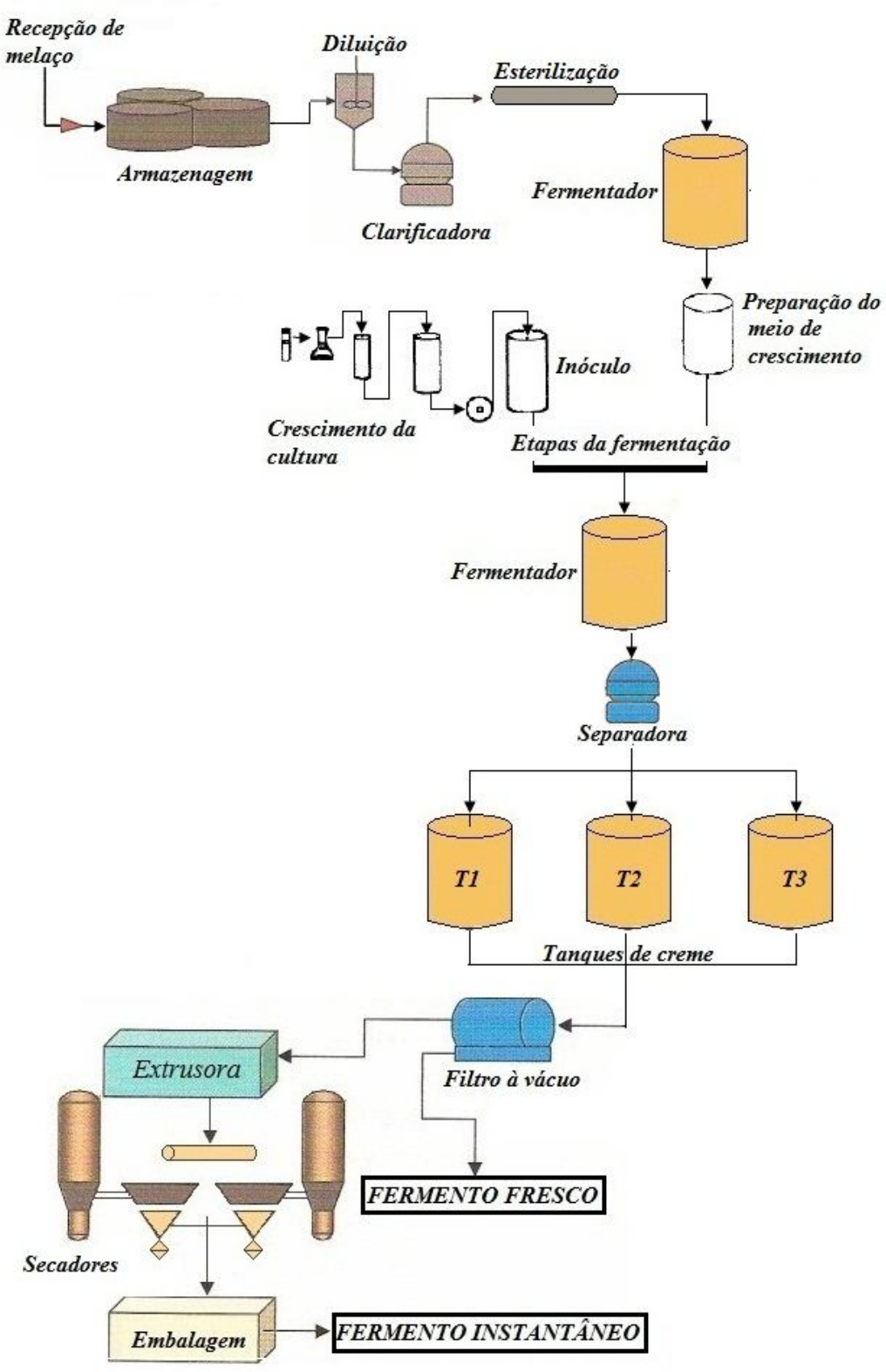

Figura 3 - Etapas do processo de industrialização do fermento de panificação.
Fonte: Fleischmann

Para o processo de produção de fermento englobam-se diversos fatores de controle de qualidade, principalmente pH, quantidade de substrato, oxigênio dissolvido e temperatura de fermentação. O processo fermentativo dá-se em um fermentador esterilizado, contendo somente células para reprodução e o substrato (BAILEY e OLLIS, 1996), como mostra a Figura 4.

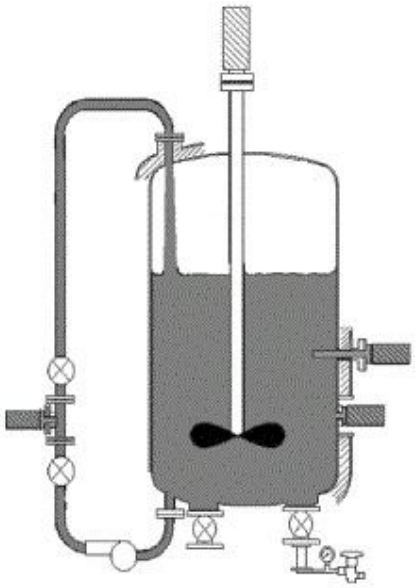

Figura 4 - Fermentador
Fonte: Química Nova

4.2.1 Matérias-primas, preparo do meio e esterilização

Para a realização da fermentação, é necessário que seja preparado um meio, ou mosto, que favoreça tanto o crescimento microbiano quanto a formação do produto. (BARROS, 2002, p. 60)

Como já se sabe, cada microorganismo possui condições ótimas de crescimento tais como: temperatura, pH, nível de oxigênio dissolvido, entre outras. O meio de cultivo, meio de cultura ou mosto, tem influência marcante nesse processo. Em microbiologia, é chamado de meio de cultura. Este, deve possuir nutrientes classificados nos seguintes grupos: a) fontes dos elementos “principais” – C, H, O e N; b) fonte dos elementos “secundários” – P, K, S, Mg; c) vitaminas e hormônios; d) fontes de “traços” de elementos, ou seja, requerimentos de elementos em quantidades mínimas para o crescimento microbiano (por exemplo, Ca, Mn, Fe, Co, Cu, Zn). (SCHMIDELL, 2001, p. 196)

Alguns dos substratos e/ou matérias-primas, possíveis para utilização em cultivos microbianos, são: açúcares, melaços, soro de leite, celulose, amido, resíduos como liquor sulfítico e água de maceração de milho, metanol, etanol, alcanos, óleos e gorduras, etc. (SCHMIDELL, 2001, p. 198)

4.2.2 Preparação do mosto

A matéria-prima comumente utilizada como substrato, ou seja, como meio nutriente que serve de base para o desenvolvimento da *Saccharomyces cerevisiae* em países de clima tropical como o Brasil é o melaço de cana-de-açúcar. Ao terminar o cultivo da cana é feito o tratamento do caldo em equipamentos de separação de forma a concentrar o creme de levedura por remoção de água. (VICENZI, 2009)

Lima et al. (2001) define melaço como o resíduo da produção de açúcar, que pode ser usado como substrato para diversos microrganismos, sendo fonte principalmente de carbono (sacarose) e de compostos nitrogenados. Com o aquecimento ocorre uma degradação parcial da sacarose, o que acelera o consumo da glicose pela levedura.

As etapas do preparo do mosto são: o melaço é diluído, acidulado (pH 4,5 a 5,0), aquecido, clarificado por filtração ou sedimentação, esterilizado (vapor sob pressão) e por último fortificado (sais de amônio, uréia sais de fósforo ou ác. fosfórico, vitaminas) e retirada de SO_3 (aeração em temperatura alta).

O mosto deve apresentar uma concentração de açúcares que seja compatível com a natureza e composição de matéria-prima, com tipo de levedura empregada e com o processo de condução da fermentação. Na prática, por facilidade, a concentração do mosto é estabelecida em termos de graus brix, pois existe uma correlação entre o teor de sólidos solúveis totais, expressos em graus brix, e o teor de açúcares totais.

A concentração ideal de sólidos no mosto varia para cada matéria-prima sendo, geralmente de 14 a 28° brix apresentado-as seguintes relações com as porcentagens de açúcares:

- Mosto de melaço – 20 a 28° brix - 12 a 18% açúcares
- Mosto de caldo- 14 a 18° brix – 12 a 18% açúcares

No preparo do mosto, o melaço apresenta uma concentração de sólidos solúveis elevada necessitando de uma diluição a fim de se obter um mosto com concentração ideal de sólidos solúveis e consequentemente de açúcares.

Para se preparar um mosto com brix adequado a quantidade de água, em peso, deve ser adicionada a um determinado peso de melaço de concentração conhecida. A diluição é realizada em tanques denominados “diluidores”, onde se procura homogeneizar o melhor possível a mistura água-melaço. Essa diluição pode ser intermitente ou contínua.

Segundo Pinto (2010 apud AMORIM, 2005):

> “O mosto é uma solução de açúcares ajustada de forma a facilitar a sua fermentação, pois os açúcares, quando em concentrações elevadas, exercem efeito de inibição sobre o metabolismo da levedura. Ele é basicamente constituído por mel e caldo.”

Segundo Pinto (2010 apud AMORIM, 2005):

> “Antes de ser enviado para os tanques, o mosto, passa por trocadores de calor onde é feito o resfriamento. A assepsia destes trocadores de calor é de extrema importância, pois as impurezas ficam retidas em suas placas gerando focos de contaminação.”

Para o preparo dos mostos devem ser tomados alguns cuidados, como a concentração de açúcares totais e sua relação com sólidos solúveis, acidez total e pH. Em alguns casos pode ser necessária a suplementação de nutrientes, adição de anti-sépticos e aumento da temperatura para se obter rendimentos satisfatórios (Site EMBRAPA).

4.2.3 Preparação do inoculo

O crescimento dos microrganismos é função de diversas variáveis da natureza física do meio (temperatura, pH, viscosidade) bem como da natureza química do meio (nutrientes - fontes de carbono, nitrogênio, oxigênio dissolvido, dióxido de carbono e outros). A interação entre meio de cultura e os microrganismos pode ser influenciada pelo tempo de alimentação do meio no reator e pela remoção do meio de cultura.

A realização de uma fermentação em larga escala necessita do preparo de um inóculo em menor escala. Para a produção de fermento precisa-se de uma concentração inicial de inóculo para ocorrer a multiplicação celular. Inóculo é toda suspensão de células em concentrações adequadas capazes de conduzir economicamente um processo fermentativo de um dado volume de meio.

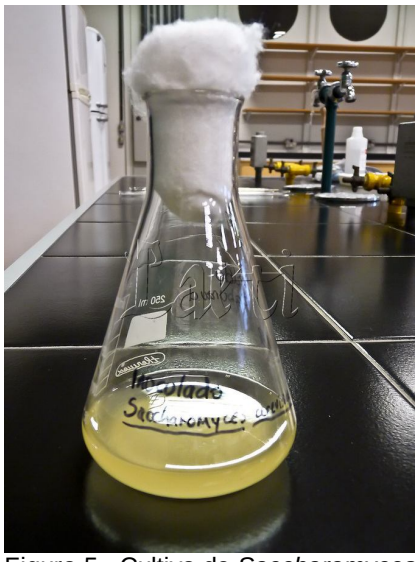

Figura 5 - Cultivo de *Saccharomyces cerevisiae*
Fonte: Laeti images, s.d.

O inóculo é de extrema importância para todo o processo, e esta pode ser percebida de acordo com Hockenhull, que diz “Uma vez que a fermentação é iniciada, ela pode se tornar pior, mas nunca melhor”. Portanto, utilizar uma cultura de inóculo de boa qualidade é essencial.

Além do substrato faz-se necessário uma massa inicial de célula da *Saccharomyces cerevisiae* para que ocorra o processo de reprodução celular.

Um bom inóculo deverá conter

- Células saudáveis e ativas, minimizando, assim, o período de adaptação das células ao meio de cultivo na fermentação seguinte;
- Estar em volume suficiente para fornecer células na devida quantidade;
- Estar em uma forma morfológica adequada
- Estar livre de contaminações;
- E manter as características de produção do produto desejado.

Um dos fatores críticos na obtenção de um inóculo adequado é a escolha do

meio de cultura. Tal como no meio utilizado para a produção, o meio de inóculo deve conter não apenas as necessidades de nutrição do microrganismo, mas também os requisitos para a formação do produto. No entanto, como o inóculo não tem como objeto produzir o produto, mas sim biomassa, a sua formulação pode ser diferente do meio de produção, possibilitando assim uma forma de reduzir alguns gastos.

A preparação do inóculo consiste em partir de uma escala laboratorial até o volume de inóculo chegar ao volume desejado para a fermentação (Figura 6). A concentração pode variar em relação o volume do tanque em função do produto que se deseja obter, tempo de reação e substrato utilizado (BORZANI, LIMA e AQUARONE, 1986).

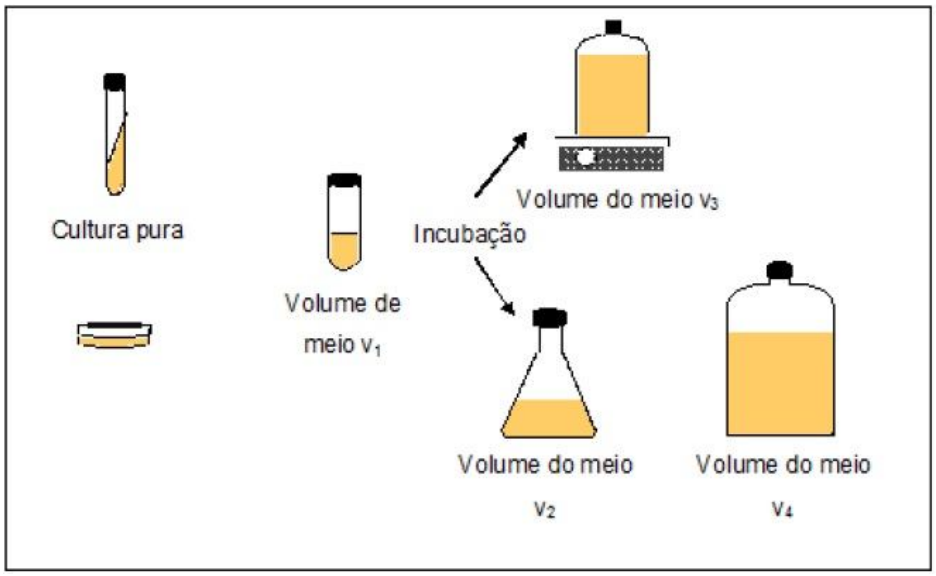

Figura 6 - Preparação do inóculo
Fonte: Maltose Falcons, 2011

4.2.4 Processo fermentativo descontínuo alimentado.

Vogel e Todaro (1996) classificam como técnica de fermentação mais comum, este processo de fermentação. Segundo Blanch, Papoutsakis e Stephanopoulos (1983) há a necessidade deste tipo de técnica, em função de não ser possível altas concentrações de substrato no fermentador.

As fermentações descontínuas clássicas, ou simplesmente, fermentações descontínuas, vêm sendo utilizadas pelo homem desde a Antiguidade e, ainda hoje, são as mais empregadas para obtenção de vários produtos fermentados.

São também conhecidas por fermentações por batelada ou processo descontínuo de fermentação. (SCHMIDELL, 2001, p. 193 - 204)

Seu modo de operação pode ser descrito: no instante inicial a solução nutriente esterilizada no fermentador é inoculada com microorganismos e incubada, de modo a permitir que a fermentação ocorra sob condições ótimas. No decorrer do processo fermentativo nada é adicionado, exceto oxigênio, no caso de processos aeróbicos (na forma de ar), antiespumante, e ácido ou base para controle do pH. Terminada a fermentação, descarrega-se o fermentador, e o meio fermentado segue para os tratamentos finais. Então, deve-se lavar, esterilizar e recarregar o fermentador com mosto e inóculo. (SCHMIDELL, 2001, p. 193 - 204)

A fermentação descontínua pode levar a baixos rendimentos e/ou produtividades, quando o substrato adicionado de uma só vez no início da fermentação exerce efeitos de inibição, repressão, ou desvia o metabolismo celular a produtos que não interessam. Por outro lado, apresenta menores riscos de contaminação (se comparados com processos contínuos de fermentação) assim como grande flexibilidade de operação, devido ao fato de poder utilizar os fermentadores para diferentes produtos. (SCHMIDELL, 2001, p. 193 - 204)

Ademais, é o mais utilizado na indústria de fermentos biológicos e alguns dos alimentos e bebidas produzidos por esse processo fermentativo. (SCHMIDELL, 2001, p. 193 - 204)

4.2.5 Concentração e pré/secagem

Para a concentração de microorganismos é utilizados comumente filtro rotativo a vácuo. Segundo Schimidell *et al.* (2011) este filtro que consiste de um tambor com um meio filtrante, vácuo na parte interna e rotação de aproximadamente 1rpm, como é mostrado na Figura 7. Para a utilização em produção de leveduras que serão usadas como fonte de alimento, faz-se também necessário a utilização de um isolamento do tambor em relação ao ambiente não estéril.

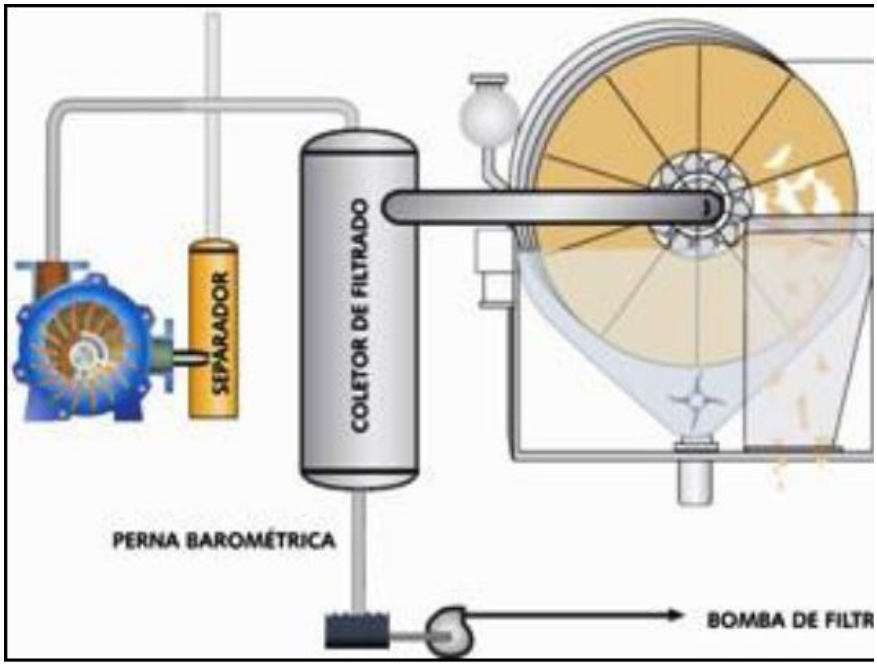

Figura 7 - Filtro Rotativo
Fonte: GD Nash

O creme concentrado é direcionado para um secador e a massa obtida passa por uma extrusora onde é embalada em blocos, os quais são armazenados a frio. O fermento está pronto para ser comercializado (VICENZI, 2009)

5 TÈCNICAS PARA CONTROLE DE PROCESSO E QUALIDADE

O controle de um processo para garantia da qualidade são técnicas operacionais e atividades que são usadas para preencher os requisitos para qualidade. Estes procedimentos utilizam as amostras para o controle, que pode ser feito estatisticamente. Este trabalho analítico é realizado pelo laboratório da indústria, na resolução de problemas com clientes. O segredo para que seja realizada uma boa resposta de análise é o desenvolvimento de uma especificação clara e adequada dos requisitos, sempre com a cooperação do cliente.

ANTONY *et al.* (1998), COLEMAN & MONTGOMERY (1993), MONTGOMERY (1991) e STEINBERG & HUNTER (1984) sugerem que é possível alcançar respostas para problemas, quando há um planejamento dos experimentos e análise das respostas realizadas com métodos ou técnicas estatísticas.

Para monitorar o desempenho analítico diário e lote a lote, os laboratórios devem operar em um nível que seja apropriado para as verificações de controle interno da qualidade. As análises dos experimentos são realizadas para que sejam reduzidos os número de produtos com defeitos fabricados e responder a uma série de questões relacionadas aos níveis e parâmetros que influenciam na qualidade do produto final.

A fase inicial do controle de um processo é a definição dos objetivos do experimento, através de um mapeamento onde se definem os problemas dos produtos e processos de fabricação, encaminhando para os objetivos do experimento. O desenvolvimento do mapeamento do processo é realizado por fases, através deste é possível realizar a análise crítica e estabelecer um plano de ação para as disfunções identificadas, como apresenta a Figura 8.

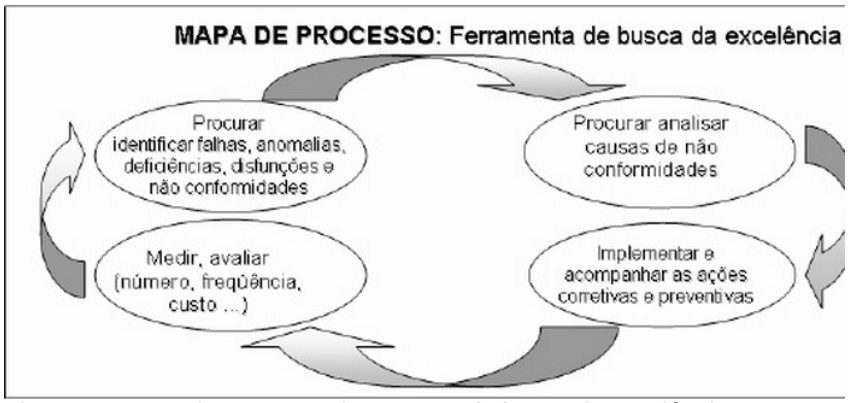

Figura 8 - Mapa de processo: ferramenta de busca da excelência
Fonte: Bureau Veritas (2001) – Apostila: Gestão de Processos

Depois se atribuem os parâmetros de qualidade do produto, através da coleta de informações técnicas ou processo de fabricação, na qual são considerados os níveis de ajustagem e as variáveis de resposta. Nessa fase, segundo Montgomery (1991), as informações técnicas podem resultar de uma combinação entre o conhecimento prático (experiência) e a compreensão teórica do objeto de estudo.

Depois de estabelecidos os parâmetros, realiza-se a análise do produto, que são iniciadas com a medição de uma amostra de laboratório ou de uma amostra de ensaio, e continuam por meio de várias operações até a medição final. Existem regras importantes a serem seguidas ao se planejar, adaptar, ou seguir uma estratégia de amostragem, onde esta irá depender da natureza do problema.

Hoppen *et al.* (1996) ressaltam que, qualquer mudança no momento em que as análises são realizadas deve ser registrada e recomendam que relatórios sejam apresentados no final da experimentação, visto que, essas informações podem enriquecer os resultados obtidos pela análise de dados e verificar se os procedimentos foram corretamente executados.

Na análise desses resultados, os conceitos estatísticos são aplicados para descrever o comportamento das variáveis de controle e detectar, investigar e aplicar ações para correção, para que o processo não produza produtos fora das especificações da garantia da qualidade.

Uma boa prática do controle da qualidade, juntamente com seu reconhecimento formal por acreditação, certificação, etc., ajuda a garantir que os resultados sejam válidos e adequados aos fins propostos. É importante ressaltar que não é a intenção deste trabalho, abordar todas as técnicas que existem na literatura. Outras formas de planejar e analisar experimentos industriais são descritas por OLIVEIRA (1999), WERKEMA & AGUIAR (1996), MONTGOMERY (1991), MYERS *et al.* (1989), BARKER (1985), STEINBERG & HUNTER (1984), CHEW (1957) e JURAN *et al.* (1951).

6 CONTROLE ESTATÍSTICO DA QUALIDADE

O controle estatístico na qualidade de um processo tem como objetivo acompanhar passo a passo o processo de fabricação de um determinado produto. Com ele é possível avaliar a precisão e a exatidão com que estão sendo realizadas as diversas técnicas analíticas, de modo a que se possa garantir a confiabilidade dos dados experimentais. Ele abrange a coleta, a análise e a interpretação de dados com a finalidade de resolver problemas na garantia da qualidade.

Atualmente é muito comum encontrar no meio industrial, inúmeras aplicações de indicadores de desempenho, sobretudo indicadores ligados a aspectos da qualidade. Para tal finalidade, o Controle Estatístico nos Processos (CEP) tem se mostrado de grande valor na identificação de causas especiais de variação em processos produtivos e na determinação de quando ações de melhoria devem ser iniciadas (CAULCUTT, 1996).

A utilização de métodos estatísticos não garante a solução de todos os problemas de um processo, porém é uma maneira racional, lógica e organizada de determinar onde eles existem, sua extensão e a forma de solucioná-los. (CHAMBERS & WHEELER, 1992).

O conceito de controle estatístico de qualidade foi introduzido na década de 1920 por Shewhart. Desde aquela época e até o início da 2a Guerra Mundial, menos de 20 empresas americanas haviam adotado a idéia de Shewhart. Foi o Japão o primeiro país a adotar, em larga escala, os conceitos próprios do controle estatístico.

A falta de qualidade em produtos industrializados, não possui relação com a rigidez das exigências da qualidade como pensa a maioria. A sua principal causa é a variação nos materiais, na condição dos equipamentos, no método de trabalho, e na inspeção. Na estratégia do CEP, processos são controlados efetuando-se medições de variáveis de interesse em pontos espaçados no tempo e registrando os resultados em cartas de controle.

Quando se pretende atingir busca por melhores resultados, um monitoramento de matéria-prima e processos deve ser realizado, onde o estado de controle estatístico deve ser atingido. A posição em que o processo adequado deve estar enquadrado é no estado ideal (CHAMBERS & WHEELER, 1992).

O Estado Ideal é quando o processo está em controle estatístico e produzindo 100% de produtos adequados. Estar sob controle estatístico significa que a variação presente no fluxo do processo é consistente ao longo do tempo. Tal processo produzirá, continuamente, bons produtos, enquanto se mantiver sob controle. Certamente este é o estado ideal de um processo.

Para um processo ser considerado em Estado Ideal ele deve satisfazer a quatro condições:

1. O processo deve estar inerentemente estável ao longo do tempo;
2. O operador deve operar o processo de uma forma padronizada e consistente. As condições de operação não podem ser definidas e alteradas aleatoriamente;
3. A média do processo deve servir de guia e ser mantida no nível adequado;
4. A dispersão natural do processo deve ser menor do que a tolerância.

Quando um processo satisfaz estas quatro condições, pode-se estar confiante de estar produzindo somente produtos adequados. A única maneira de se saber se todas as condições se aplicam ao processo e de mantê-las no dia a dia, é com o uso das cartas de controle. Além disso, uma vez atingido o estado ideal, o uso continuado das cartas de controle resultará, naturalmente, num contínuo aperfeiçoamento do processo e levará a produtos cada vez mais uniformes, com custos reduzidos e com maior produtividade.

6.1 CARTAS DE CONTROLE

De acordo com Montgomery (1996), o maior objetivo do controle estatístico do processo é detectar rapidamente a ocorrência de causas especiais para que uma investigação e ações corretivas possam ser deflagradas antes que produtos não conformes sejam produzidos. A carta de controle é uma ferramenta de controle de processo largamente utilizada com este objetivo. Assim, torna-se uma ferramenta efetiva para reduzir a variabilidade ao máximo possível.

As cartas de controle são as ferramentas principais utilizadas no controle estatístico e têm como objetivo detectar desvios de parâmetros representativos do processo, reduzindo a quantidade de produtos fora de especificações e os custos de produção. Sua utilização pressupõe que o processo seja estatisticamente estável, isto é, não haja presença de causas especiais de variação ou, ainda e de outra forma, que as sucessivas amostragens representem um conjunto de valores independentes ou não correlacionados. (JURAN, 1992; MONTGOMERY, 2004).

A carta de controle é feita com a verificação dos dados coletados do processo ao longo do tempo. Consistem em uma linha central, um par de limites de controle, um dos quais se localiza abaixo e outro acima da linha central, e valores característicos marcados no gráfico representando o estado de um processo. Se todos esses valores marcados estiverem dentro dos limites de controle, sem qualquer tendência particular e a disposição dos pontos dentro dos limites for aleatória, o processo é considerado sob controle. Entretanto, se os pontos incidirem fora dos limites de controle ou apresentarem uma disposição atípica, o processo é julgado fora de controle (KUME, 1993; VIEIRA, 1999).

Estes pontos fora do limite, caso sejam detectados, é possível que causas especiais estejam atuando sobre o processo. É necessário que as causas dos desvios sejam identificadas e corrigidas.

A Figura 9 representa num mesmo gráfico, o mesmo processo em controle e fora de controle.

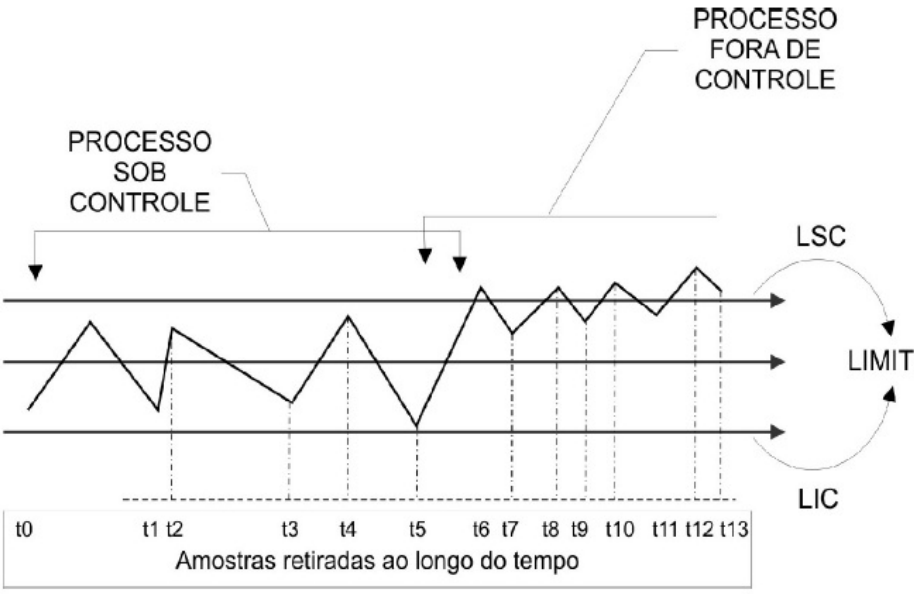

Figura 9 - Representação gráfica de processos sob controle e fora de controle
Fonte: Carneiro Neto, 2003

O modelo estabelecido por Shewart utiliza a média aritmética dos valores resultantes das medições realizadas de forma amostral, como medida de posição do processo. Fixa três desvios - padrões acrescidos à média, definindo o Limite Superior de Controle (LSC) e três desvios - padrões decrescidos à média, definindo o Limite Inferior de Controle (LIC) do processo (PINTON, 1997; THOMPSON & KORONACKI, 1993).

As cartas de controle são úteis para realçar os valores dos parâmetros analisados que permitem verificar a variação no lote ou entre lotes, por acompanhamento da variação da média de uma especificação (LACHMAN *et al.*, 2001).

As principais vantagens do uso das cartas de controle, apresentadas em Ribeiro e Caten (2000) são mostradas abaixo:

- Permitir que o monitoramento do processo seja executado pelos próprios operadores;
- Auxiliar o processo a atingir alta qualidade, baixo custo unitário, alta capacidade efetiva, consistência e previsibilidade;
- Fornecer uma linguagem comum para discutir o desempenho do processo;

- Distinguir causas comuns e especiais e s
- Servir de guia para ações locais ou gerenciais.

De acordo com Caten, Ribeiro e Fogliatto (2000), na coleta de dados para aplicação nas cartas de controle devem ser realizados estudos para definir os recursos ideais e o tempo necessário a ser despendido pelos operadores. Outros aspectos devem ser considerados para otimizar o uso das cartas:

- Adequar o número necessário de cartas de controle, para que esta atividade não se transforme em gargalo na produção;
- Aplicar o controle estatístico em variáveis de produto e processo relevantes para o controle da qualidade exigida e percebida pelos clientes;
- Orientar para que uma ação corretiva seja tomada quando identificada uma causa especial, pois levantar dados e não atuar quando necessário significa desperdício de tempo e recursos.

7 CONCLUSÃO

Com este trabalho de conclusão de curso de Engenharia Química, foi possível apresentar um estudo do referencial teórico disponível sobre o processo de industrialização do fermento biológico de padeiro que é composto essencialmente de células vivas da levedura *Saccharomyces cerevisiae* e ter uma experiência de controle de processo e qualidade de uma indústria, para a busca por maior satisfação na obtenção deste produto. Utilizando os conhecimentos adquiridos nas disciplinas do curso realizado e implicando, desta forma, em uma maior aptidão e compreensão da teoria estudada. A verificação do atual estado deste processo foi feita por meio do uso de cartas de controle, de maneira que tal ferramenta mostrou-se aplicável às práticas de trabalho da indústria de fermento.

Para a qualidade no processo ser bem sucedida torna-se necessário conseguir medidas muito precisas das variáveis. Erros experimentais elevados conduzem a grandes incertezas na estimação de parâmetros. Como em situações reais as medidas não estão isentas de erros, deve ser considerado um erro relativo de medida controlado estatisticamente.

A partir disto, foi possível concluir que o controle experimental é de grande importância para o direcionamento e otimização do processo. O planejamento e a análise dos resultados certamente proporcionam produtos de melhor qualidade. Assim como, processos de fabricação mais robustos, visto que os níveis dos parâmetros do processo podem ser investigados e determinados estatisticamente.

ANEXO A – RESOLUÇÃO - CNNPA Nº 38, DE 1977 D.O DE 27/12/77, ANEXO 2

Fermentos Biológicos

OBJETO: - Os fermentos biológicos destinam-se a ser empregados no preparo de pães e certos tipos de biscoitos e produtos afins de confeitaria.

DEFINIÇÃO: - Fermento biológico é o produto obtido de culturas puras de leveduras (*Saccharomyces cereviase*) por procedimento tecnológico adequado e empregado para dar sabor próprio e aumentar o volume e a porosidade dos produtos forneados.

DESIGNAÇÃO: - O produto será designado "Fermento Biológico" ou "Levedura Ativa".

CLASSIFICAÇÃO: - Os fermentos biológicos, de acordo com o seu teor de umidade, serão classificados em:

a) Fermento Fresco, também denominado: "Fermento Prensado", "Fermento Verde" e "Levedura Prensada";

b) Fermento Seco, também denominado: "Fermento Desidratado" e "Levedura Seca".

CARACTERÍSTICAS DE COMPOSIÇÃO E QUALIDADE: - Os fermentos biológicos poderão ser adicionados das seguintes substâncias, próprias para uso alimentar:

- Farinhas, Amidos e Féculas, no máximo 5% p/p14
- Óleos e Gorduras comestíveis
- Sulfato de Cálcio
- Carbonato de Cálcio
- Sorbitol
- Monolaurato de Sorbitana e outras aprovadas pela CNNPA.

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉTICAS

a) Fermento Fresco Aspecto: massa prensada, homogênea, pastosa de consistência firme.

- Cor: creme claro, característico
- Cheiro: próprio
- Sabor: próprio

b) Fermento Seco Aspecto: pó, escamas, grânulos ou cilindros de tamanhos variáveis.

- Cor: do branco ao castanho claro
- Cheiro: próprio
- Sabor: próprio

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

a) Fermento Fresco

- Umidade: máximo.....75% p/p
- Cinzas: máximo.....5%p/p
- Poder fermentativo (Haydyck-Nagel): mínimo 800 ml de Dióxido de Carbono em 2 horas

b) Fermento Seco

- Umidade: máximo.....12% p/p
- Poder fermentativo (Hayduck-Nagel): mínimo 800 ml de Dióxido de Carbono em 2 horas.

HIGIENE

O produto deverá ser fabricado com matérias-primas em perfeito estado sanitário, isentos de matérias terrosas e detritos vegetais e animais. O produto não deverá conter substâncias estranhas à sua composição. Não deverá possuir cheiro a mofo e sabor amargo.

Contaminantes microbianos:

Coliformes.....ausência em 0,1 g.

E. coli ..... ausência em 1 g.

Salmonelas.....ausência em 50 g.

ROTULAGEM

No rótulo deverá constar a denominação "Fermento biológico Fresco" ou "Fermento Biológico Seco" ou seus sinônimos de acordo com a classificação. No rótulo deverá ainda constar a seguinte recomendação: "Mantenha à temperatura inferior a 10°C" ou expressões equivalentes.

MÉTODOS DE ANÁLISE: - "Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz - Volume 1", "Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists".(ANVISA, 2011)

REFERÊNCIAS

ABIP. **Performance do setor de panificação e confeitaria brasileiro em 2010.** Disponível em: < http://www.abip.org.br/noticias_internas.aspx?cod=102>. Acesso em: 15 nov. 2012.

ALCARDE, A.R. Fermentação. **EMBRAPA**. Disponível em <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de acucar/arvore/CONTAG01_105_22122006154841.html> Acesso em: 18 nov. 2012

BALDAM, R. L. **Ciclo de gerenciamento de BPM.** In: VALLE, R.; OLIVEIRA, S. B. (org.) **Análise e Modelagem de Processos de Negócio: Foco na Notação BPMN** (Business Process Modeling Notation). São Paulo: Atlas, 2009. p. 109-115.

BANAS, G. **Aplicando o controle estatístico de processo nos programas de gestão**. Banas Qualidade, São Paulo, n.242, p.30-34, 2012. Disponível em: <http://revista.banasqualidade.com.br/BQ_242/index.html#/1/zoomed> Acesso em: 6 out. 2012

BRASIL. **RESOLUÇÃO**, de 30 de outubro de 1977. CNNPA nº 38, de 1977. Fermento Biológico, Artigo 5º, item III, artigos 9º e 59 do Decreto-Lei 986, n. 38, p. 1, Novembro de 1977. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/38_77.htm> Acesso em: 10 out. 2012.

BUTTON, S.T. (2001). **Metodologia para planejamento experimental e análise de resultado**. São Paulo, Universidade Estadual de Campinas. /Apostila/

CAMPOS, V.F. TQC**: controle da qualidade total (no Estilo Japonês)**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992.

CAMPOS, V.F. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia**. 7. ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1999.

CAULCUTT, R. **Statistical process control (SPC).** Assembly Automation, Vol. 16, No. 4, pp. 10-14, 1996.

CHANG, J. F. **Business Process Management Systems: Strategy and Implementation**. Boca Raton: Auerbach Publications, 2006.

CHIAVENATO, Idalberto. **Teoria geral da administração.** 4. ed. São Paulo: Makron Books, 1993.

COSTA, Í. **Gestão por processos e a sua utilização na medição de desempenho.**. 2010. 1f. Monografia (Bacharelado em Administração) - UFMG, Belo Horizonte, 2010. Disponível em: <http://www.ucj.com.br/noticias/14-diario-do-comercio/270-gestao-por-processos-e-suautilizacao-na-medicao-do-desempenho.html> Acesso em: 17 out. 2012

CROCOMO, O. J., GUTIERREZ, L. E., 1975, **Caminhos metabólicos**. In: BORZANI, W., LIMA, U. A.; AQUARONE, E. (Ed.). Engenharia bioquímica. São Paulo: Edgard Blücher, p. 300.

DEMAIN, A. L.; DAVIES, J. E. **Manual of Industrial Microbiology and Biotechnology.** 2. ed. Washington: AMS Press, 1999. 830p.

DEMING, W.E. Qualidade: a revolução da administração. Rio de Janeiro: Marques-Saraiva, 1990.

DUTTA Rajiv. **Fundamentals of Biochemical Engineering**. [S.L.: s.n.] 2008, 306 p.

FERREIRA, E. M. de F. C., 1995, Identificação e Controle Adaptativo de Processos Biotecnológicos. 276 p. Tese (Doutorado em Engenharia Química) — Faculdade de Engenharia - Universidade do Porto, Porto

FIGUEIREDO, V. F.; COSTA NETO, P. L**. O**. **Implantação de HACCP na indústria de Alimentos.**. Revista Gestão & Produção, -, v.8, n.1, p.100-111, 2001.

GARDNER DENVER NASH BRASIL INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE BOMBAS LTDA. **Bombas de vácuo e Compressores NASH para filtros rotativos.** Disponível em: <http://www.gdnash.com.br/Newsletter/filtro_a_disco.html>. Acesso em: 04 out. 2012.

GUIMARÃES, Thais M. et al. Isolamento e caracterização de cepas de Saccharomyces cerevisiae de interesse em produção de vinho. **Rev. Bras. Cienc. Farm.** São Paulo. v.42, n.1. jan/mar. 2006.

HARRINGTON, H. James. **Aperfeiçoando processos empresariais**: estratégia revolucionária para o aperfeiçoamento da qualidade, da produtividade e da competitividade. Tradução Luiz Liske. São Paulo: Makron Books, 1993.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas: métodos químicos e físicos para**. 3. ed. São Paulo: -, 1985. 533p.

JURAN, J.M. **Juran na liderança pela qualidade**. São Paulo: Pioneira, 1989

KUME, H. **Métodos estatísticos para melhoria da qualidade**. São Paulo, Ed.Gente, 1992.

LIMA, U; AQUARONE, E; BORZANI, W; SCHMIDELL, W. **Biotecnologia industrial: Processos Fermentativos e Enzimáticos.** São Paulo: E. Blücher, 2001. 3 v.

MALAMUT, G. **Processos aplicados a sistemas integrados de gestão**. In: 1º Seminário Brasileiro de Gestão por Processos, Rio de Janeiro, Anais. Rio de Janeiro, p. 1-20, 2005.

MARIANO, P. L. S. Diferentes **processos de armazenamento de leveduras; estudos sobre a variabilidade fenotípica e genotípica**. Doutorado em Microbiologia e Imunologia. p. 120. Piracicaba: Universidade Estadual Campinas Faculdade de Odontologia de Piracicaba em Biologia Muco Dental; 2006.

MONTGOMERY, D.C. (1991). **Diseño y análisis de experimentos**. Trad.por Jaime Delgado Saldivar. Mexico, Iberoamérica.

OAKLAND, John S. **Gerenciamento da qualidade total – TQM**. Editora Nobel, 1994.

OLIVEIRA, S. L. **Tratado de Metodologia Científica**. 2. ed. São Paulo: Pioneira , 2002. 320p.

PINTO, F. H. P. B. **Etanol Celulósico: Um Estudo de Viabilidade Econômico Financeira.** 2010. 78f. Dissertação (Mestrado em Agroenergia) - Escola de Economia de São Paulo-FGV-EESP, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária EMBRAPA e Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”-ESALQ/USP, São Paulo, 2010. p.13-14.

POSTEN, C. H., COONEY, C. L., 1991, **Growth of microorganisms.** In: REHNM, H. J. et al. (Ed.). 2. ed. Weinheim: VCH Verlag, (Biotechnology - A Multi Volume Comprehensive Treatise, v. 1).

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, A. L. **Microbiologia.** 8ª edição, 1ª reimpressão, Artmed, Porto Alegre, 2006.

TREVISAN, M.G.; POPPI, R.J.. Química Analítica de Processos. **Química Nova**. São Paulo, nº 5, vol.29, Set/Out 2006. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422006000500029#fig1> Acesso em: 18 out. 2012.

VOGEL, Henry C., TODARO, Celeste L. **Fermentation and biochemical engineering handbook**. 2 ed. [S.L.: s.n.] 1996.