

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ – UTFPR
CAMPUS LONDRINA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

Amanda Laís Rocha
Ana Paula Cristiane de Andrade
Viviane de Oliveira

FRITURA, FORNEAMENTO E ASSAMENTO

LONDRINA

2014

Amanda Laís Rocha
Ana Paula Cristiane de Andrade
Viviane de Oliveira

SEMINÁRIO: FRITURA, ASSAMENTO E FORNEAMENTO.

Seminário apresentado à disciplina de Operações Unitárias na indústria de alimentos, do curso superior de Tecnologia em Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial à nota semestral.

Docente: Admilson Lopes Vieira

LONDRINA

2014

SUMÁRIO

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	4
1.1 FRITURA	4
1.2 MÉTODOS DE FRITURA	6
1.3 EFEITOS NO ALIMENTOS.....	7
1.3.1 EFEITOS DO CALOR NO ÓLEO.....	7
1.3.2 EFEITOS DO CALOR NOS ALIMENTOS FRITOS	8
2.1 FORNEAR E ASSAR	9
2.2 EFEITOS NOS ALIMENTOS	11
2 EQUIPAMENTOS E NOVAS TECNOLOGIAS.....	13
2.1 FRITURA	13
2.2 FORNEAMENTO E ASSAMENTO	14
2.2.1 FORNOS DE AQUECIMENTO DIRETO	14
2.2.2 FORNOS DE AQUECIMENTO INDIRETO.....	14
2.2.3 FORNOS DE BATELADA.....	15
2.2.4 FORNOS CONTÍNUOS E SEMICONTÍNUOS	15
2.2.5 FORNOS DE FORNALHA ROTATIVOS, DE BOBINA, DE BANDEJA MULTICICLO E DE TÚNEL	16
2.3 NOVAS TECNOLOGIAS.....	16
3 APLICAÇÕES NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS.....	17
REFERÊNCIAS.....	19

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 FRITURA

O processo de fritura é uma operação unitária usada principalmente para alterar a qualidade sensorial de um alimento. O efeito conservante é uma consideração secundária que resulta da destruição térmica de micro-organismos e enzimas, além de uma redução da atividade de água na superfície do alimento. A vida de prateleira dos alimentos fritos é determinada, acima de tudo, pelo teor de umidade após a fritura: alimentos que retêm umidade em seu interior apresentariam uma vida de prateleira relativamente curta, devido a migração de umidade e óleo durante a estocagem. Estes alimentos são importantes para fornecimento de refeições coletivas e são produzidos em escala comercial e conservados pelo resfriamento e/ou embalagem com gás, para distribuição no varejo. A qualidade destes alimentos é mantida por condições adequadas de barreira dos materiais de embalagem e pelas condições de estocagem corretas.

Quando o alimento é colocado em óleo quente, sua temperatura superficial se eleva rapidamente e a água é evaporada. A superfície começa, então, a secar de modo semelhante ao que ocorre durante o assamento. O plano de evaporação move-se para dentro do alimento e uma crosta é formada. A temperatura da superfície dos alimentos eleva-se até a do óleo quente, e a temperatura interna eleva-se mais lentamente até 100°C. A taxa de transferência de calor é controlada pela diferença de temperatura entre o óleo e o alimento e pelo coeficiente de transferência de calor superficial. A taxa de penetração de calor no alimento é controlada pela condutividade térmica do alimento.

A crosta superficial tem uma estrutura porosa que consiste de capilares de diferentes tamanhos. Durante a fritura, tanto a água quanto o vapor d'água são removidos primeiro dos grandes capilares, sendo substituídos por óleo quente. A umidade move-se da superfície do alimento através de uma camada limite de óleo, cuja espessura controla a taxa de transferência de calor e de massa. A espessura da camada limite é determinada pela viscosidade e pela velocidade do óleo. O gradiente de pressão de vapor d'água entre o interior úmido do alimento e do óleo

seco é a força motriz para a perda de umidade, de modo semelhante à desidratação com ar seco.

Há muitos fatores que determinam o tempo para que o alimento esteja completamente frito: um deles é o tipo de alimentos, a temperatura do óleo, quantidade de óleo, espessura do alimento e tempo de fritura necessária até que atinja a qualidade sensorial desejada. O calor ao fritar os alimentos tem que atingir seu interior a ponto de destruir os micro-organismos contaminantes e alterar as propriedades sensoriais no grau desejado. Isso é muito importante em alimentos cárneos moídos, devido a retenção de água no seu interior (ex. salsichas, hambúrguer).

A temperatura usada para a fritura é determinada principalmente por considerações econômicas e necessidades dos produtos. Em altas temperaturas (180-200°C), os tempos de processamento são reduzidos, e as taxas de produção são, portanto, aumentadas. Entretanto, altas temperaturas também aceleram a deterioração do óleo e a formação de ácidos graxos livres que alteram a viscosidade, o sabor e cor do óleo, além de provocar a formação de espumas. Isso dá mais custos, devido a troca de óleo constante. Uma segunda perda é formação de aerossóis e absorção de óleo pelo alimento. Outro problema é a formação de acroléina, uma fonte de poluição atmosférica, formada na fritura à altas temperaturas, provocando uma névoa azulada acima do óleo.

Alimentos que precisam de uma crosta mais firme e interior úmido são produzidos por uma fritura de temperatura bem alta. A rápida formação da crosta é benéfica, porque ela mantém a umidade no alimento, porém restringe a taxa de transferência de calor para o interior. A maior parte dos alimentos, portanto, retém uma textura úmida e o sabor dos ingredientes. Os alimentos que são desidratados pela fritura, são processados em temperaturas mais baixas para fazer com que o plano de evaporação se mova mais para o centro do alimento antes de a crosta ser formada. Eles são secos antes que ocorram mudanças excessivas na cor da superfície ou sabor.

1.2 MÉTODOS DE FRITURA

1.2.1 FRITURA SUPERFICIAL (OU CONTATO)

É o método mais adequado para alimentos que possuem uma relação área superficial/volume grande (ex. bacon em fatias, ovos, hambúrguer). O calor é transferido para o alimento principalmente por condução da superfície quente da panela através de uma fina camada de óleo. A espessura pode variar de acordo com a irregularidade da superfície do alimento. A fritura por contato apresenta um alto coeficiente de transferência de calor superficial (200 a 450 Wm^2K^{-1}), embora, isso não ocorra uniformemente em toda superfície do alimento.

1.2.2 FRITURA POR IMERSÃO EM GORDURA

A transferência de calor, neste tipo de fritura, é uma combinação de convecção no óleo quente e condução para o interior do alimento. Todas as superfícies do alimento recebem um tratamento de calor semelhante, produzindo cor e aparência uniforme. A fritura por imersão é indicada para alimentos de todas as formas, mais alimentos com formatos irregulares ou peças com maior relação superfície-massa tendem a absorver e reter um volume maior de óleo quando removidos da fritadeira (Selman, 1989). Os coeficientes de transferência de calor são de 250 a 300 Wm^2K^{-1} antes de começar a evaporação da umidade superficial, aumentando subsequentemente para 800 a 1000 Wm^2K^{-1} devido a turbulência violenta causada pelo vapor de água que escapa do alimento. Entretanto, a taxa de evaporação é muito alta, um fino filme de vapor de água permanece ao redor do alimento e reduz o coeficiente de transferência de calor (HALLSTROM, 1980).

1.3 EFEITOS NO ALIMENTOS

O efeito da fritura envolve tanto o efeito no óleo, que, por sua vez, influencia a qualidade do alimento, quanto o efeito direto do calor no produto frito.

1.3.1 EFEITOS DO CALOR NO ÓLEO

O aquecimento prolongado do óleo nas altas temperaturas usadas nas frituras, na presença de umidade e oxigênio liberado dos alimentos, causa oxidação do óleo, o que origina uma variedade de compostos carbonílicos voláteis e ácidos carboxílicos contendo outros grupos funcionais com hidroxila, cetona e epóxidos. Estes causam sabores desagradáveis e escurecimento do óleo. Os vários produtos de degradação são classificados como produtos voláteis(PVD) e não voláteis de decomposição(PNVD). Os PVD possuem peso molecular mais baixo do que o do óleo e são perdidos no vapor da fritadeira.

Os PNVD são formados pela oxidação e pela polimerização do óleo e formam sedimentos nas laterais e no fundo da fritadeira. Isso diminui o coeficiente superficial de transferência de calor durante a fritura e aumenta a quantidade de óleo retido pelo alimento. Muitos desses compostos formados são polares e diminuem a evaporação da água gerando espuma. Esses compostos, todavia, também são benéficos na fritura, eles conferem sabor ao alimento frito, contribuem para formação da cor marrom-dourado característica e melhora, a retenção de gordura. O óleo usado por um curto período confere uma melhor fritura comparado com o óleo fresco, porque os compostos polares promovem um melhor contato entre o óleo e água na superfície do produto, bem como o vapor que está saído do produto. Isso resulta em transferência de calor e absorção de sabor melhor e mais uniforme (Blumenthal, 1991). Entretanto a qualidade deteriora quando o óleo é usado por um período mais longo. Na produção comercial contínua, o óleo retido no produto é substituído continuamente e os PNVD são retirados por filtração, mantendo-se, assim, a qualidade do óleo em um nível ótimo.

A oxidação das vitaminas lipossolúveis no óleo resulta em perda de valor nutricional. O retinol, os carotenóides e os tocoferóis são destruídos, contribuindo para mudanças no sabor e na cor do óleo. Porém, a oxidação preferencial dos tocoferóis apresenta efeito protetor (antioxidante) no óleo. Isso é particularmente importante, uma vez que a maior parte dos óleos de fritura é de origem vegetal e contém uma grande proporção de gorduras insaturadas que oxidam rapidamente. O ácido graxo essencial, o ácido linoléico, é rapidamente perdido, alterando o balanço entre ácidos graxos saturados e não-saturados no óleo (Kilgore e Bailey, 1970).

1.3.2 EFEITOS DO CALOR NOS ALIMENTOS FRITOS

O principal objetivo da fritura é o desenvolvimento de cores, sabores e aromas característicos nas crostas dos alimentos fritos. Essas qualidades sensoriais são desenvolvidas por uma combinação de reações de Maillard e por compostos absorvidos do óleo. Os principais fatores que controlam as mudanças de cor e sabor em um dado alimento são:

- O tipo de óleo usado para fritura;
- A idade e a história térmica do óleo;
- A tensão interfacial entre o óleo e o produto;
- A temperatura e o tempo de fritura;
- O tamanho, teor de umidade e as características da superfície do alimento; e
- Os tratamentos pós fritura.

Cada um desses fatores, junto com quaisquer outros pré-tratamentos, como branqueamento ou a secagem parcial, também influenciam a quantidade de óleo retido no alimento.

A textura dos alimentos fritos é produzida por alterações nas proteínas, gorduras e carboidratos poliméricos que são semelhantes àquelas produzidas pelo assamento. As perdas de carboidratos e de minerais não são muito discutidas, mas provavelmente são pequenas. O conteúdo de gordura do alimento aumenta devido à

absorção e retenção de óleo, porém, a significância nutricional disso é difícil de determinar, pois eles variam de acordo com diversos fatores, que incluem o tipo e a história térmica do óleo e a quantidade retida no alimento

O efeito da fritura no valor nutricional depende do tipo de processo usado. As operações de fritura que são direcionadas à secagem do alimento e ao aumento da vida de prateleira causam perdas substancialmente maiores de nutrientes, sobretudo das vitaminas lipossolúveis. Por exemplo, a vitamina E absorvida do óleo pelas batatas fritas durante a fritura é oxidada durante a estocagem subsequente.

2.1 FORNEAR E ASSAR

Fornear e assar utilizam de ar aquecido para alterar a qualidade sensorial dos alimentos. A nomenclatura difere no uso comum: forneamento é normalmente aplicado para alimentos à base de farinha ou frutas; e assamento, para carnes, nozes e hortaliças. Um objetivo secundário de assar é conservar pela destruição de microrganismos e pela redução da atividade de água na superfície do alimento. Entretanto, a vida útil da maioria dos alimentos assados é curta, a menos que seja aumentada por refrigeração ou embalagem.

Assar envolve ao mesmo tempo transferência de massa e de calor; o calor é transferido para dentro do alimento através de superfícies quentes e do ar no forno, já a umidade é transferida do alimento para o ar que o circunda e depois é removida do forno. Em um forno, o calor é transferido para a superfície do alimento pela combinação de radiação infravermelha proveniente das paredes do forno, por convecção do ar que circula no forno e por condução através da forma ou da bandeja em que o alimento está. A radiação infravermelha é absorvida para dentro do alimento e convertida em calor.

Ar, outros gases e vapor úmido contidos no forno transferem o calor por convecção. O calor é convertido em calor condutivo nas superfícies do alimento. Uma camada limite de ar age como uma resistência à transferência de calor para dentro do alimento e ao movimento de vapor de água proveniente do alimento. A espessura da camada limite é determinada, na maioria das vezes, pela velocidade do ar e pelas propriedades superficiais do alimento e, em parte, controla as taxas de

transferência de calor e massa. Correntes de convecção promovem a distribuição uniforme de calor ao longo do forno, e muitos projetos comerciais são providos com ventiladores para suplementar as correntes convectivas naturais e reduzir a espessura da camada limite. Isso aumenta os coeficientes de transferência de calor e melhora a eficiência da utilização de energia.

O calor passa através do alimento por condução, na maioria dos casos, embora correntes de convecção sejam estabelecidas durante o aquecimento inicial de massas de bolo. A baixa condutividade térmica dos alimentos causa baixas taxas de transferência de calor condutivo e é uma influência importante no tempo de assamento. A condução de calor através de formas ou bandejas de cozimento aumenta a diferença de temperatura na base do alimento e aumenta a taxa de assamento comparada à crosta. Além disso, o tamanho dos pedaços de alimento é um fator importante no tempo de assamento por determinar a distância que o calor deve percorrer para assar o centro do alimento adequadamente.

Quando um alimento é colocado em um forno quente, a baixa umidade do ar no forno gera um gradiente de pressão de vapor que causa a evaporação da umidade na superfície do alimento; isso, em troca, cria o movimento da umidade do interior do alimento para a superfície. A quantidade de umidade perdida é determinada pela natureza do alimento, pelo movimento do ar no forno e pela taxa de transferência de calor. Quando a taxa de perda de umidade da superfície é maior que a taxa de movimento do interior, a zona de evaporação modifica-se no interior do alimento para dentro dele e a superfície seca, sua temperatura sobe até a temperatura do ar quente (110 a 240°C) e uma crosta é formada. Devido ao fato de o assamento ocorrer em pressão atmosférica e a umidade escapar livremente do alimento, a temperatura interna do alimento nunca ultrapassa os 100°C. Essas mudanças são similares àsquelas da secagem com ar seco, mas o aquecimento mais rápido e as maiores temperaturas usadas ao assar os alimentos causam mudanças complexas nos componentes da superfície dos alimentos. Essas mudanças realçam a qualidade sensorial e retêm a umidade na massa do alimento. Em contraste com a desidratação, cuja intenção é remover o máximo de água possível com o mínimo de mudanças na qualidade sensorial, ao assar, as alterações provocadas pelo calor na superfície do alimento e a retenção de umidade no interior de alguns produtos (bolos, pães, carnes, etc.) são características de qualidade desejáveis. Em outros

produtos, como biscoitos e torradas, a perda de umidade no interior do alimento é necessária para produzir a textura crocante desejada.

Os tipos de transferência de calor e massa em diferentes partes do alimento durante o assamento estão descritos a tabela 1.

Tabela 1. Transferência de calor e massa durante o assamento

Região do alimento	Tipo de transferência de massa	Tipo de transferência de calor
Camada limite	Difusão de vapor	Condução, convecção e radiação
Crosta	Difusão de vapor	Condução, movimento de vapor (convecção)
Zona de evaporação Interior	Difusão de vapor, difusão superficial, fluxo capilar Fluxo capilar	Condução, movimento de vapor e água líquida Condução

O consumo de energia durante o assamento é da ordem de 450 a 650 kJ por quilo-grama de alimento. A maior parte do calor é usada para aquecer o alimento, evaporar a água, formar a crosta, superaquecer o vapor de água que é transportado pela crosta e aquecer a crosta seca. Os fornos comerciais são isolados com até 30 cm de lã de vidro, cerâmicas refratárias ou materiais similares, minimizando as perdas de calor.

2.2 EFEITOS NOS ALIMENTOS

A função de ferver e assar é alterar as propriedades sensoriais dos alimentos, melhorar sua palatabilidade e aumentar a gama de sabores, aromas, texturas em alimentos a partir de matérias-primas similares. O assamento também destrói enzimas e microrganismos e reduz, em alguma extensão, a atividade de água no alimento.

Textura: As alterações na textura dependerá do teor de umidade, composição de gorduras, proteínas e carboidratos estruturais (celulose, amido e pectina) do alimento e pela temperatura e duração do aquecimento. Uma característica de muitos alimentos assados é a formação de uma crosta seca que contém a maior parte da umidade do alimento (carnes, pães, batatas). Outros

alimentos (biscoitos) são assados para diminuir o teor de umidade, e as alterações que acontecem na crosta ocorrem em todo o alimento.

Quando a carne é aquecida, as proteínas desnaturam-se e perdem sua capacidade de retenção de água. Isso provoca a saída de gorduras e de água, o que endurece e encolhe o alimento. O aumento da temperatura causa destruição de microrganismos e a inativação de enzimas. A superfície seca, e a textura tornam-se mais crocante e dura com a formação de uma crosta porosa formada pela coagulação, pela degradação e pela pirólise parcial da proteína. Em alimentos à base de cereais, mudanças na estrutura granular, a gelatinização e a desidratação do amido produzem a textura característica da crosta.

O rápido aquecimento do alimento produz uma crosta impermeável que mantém a umidade e a gordura e protege os nutrientes e os componentes do sabor da degradação. Um aquecimento mais lento possibilita que maiores quantidades de umidade saiam da superfície do alimento antes que ela seja selada pela crosta. Isso resulta em um menor gradiente de umidade de vapor e torna o interior do alimento mais seco. Em fornos de panificação, o aquecimento inicial com jatos de vapor reduz a desidratação da superfície da massa, e a crosta conseqüentemente permanece elástica por mais tempo. Rachaduras são evitadas, e a massa expande-se de forma mais completa. A crosta é mais lisa e brilhante, e a hidrólise do amido promove escurecimento por reações de Maillard, que dão uma melhor coloração à crosta.

Sabor, aroma e cor: As condições severas de aquecimento nas camadas superficiais do alimento causam reações de Maillard entre açúcares e aminoácidos. As altas temperaturas e o baixo teor de umidade nas camadas superficiais também causam a caramelização dos açúcares e a oxidação dos ácidos graxos para aldeídos, lactonas, cetonas, álcoois e ésteres. Cada aminoácido produz um aroma característico quando aquecido com um determinado açúcar, devido à produção de um aldeído específico. O maior aquecimento degrada algum dos voláteis produzidos pelos mecanismos anteriores e produz aromas de queimado ou defumado. O tipo de aroma depende da combinação específica de gorduras, aminoácidos e açúcares presentes nas camadas superficiais do alimento, da temperatura e do teor de umidade do alimento ao longo do período de aquecimento e do tempo de aquecimento. O marrom-dourado característico de alimentos assados é devido às reações de Maillard, à caramelização de açúcares e dextrinas.

Tabela 2. Aromas produzidos por assamento e forneamento.

Alimento	Aminoácido predominante	Aroma característico depois de aquecimento com um único açúcar
Batata	Valina	Frutal, doce, de levedura
Amendoim	Arginina	De pão, amanteigado, açúcar queimado
Carne de boi	Glicina	Caramelo, defumado, queimado
Cacau	Fenilalanina	Caramelho doce e rançoso, violetas

2 EQUIPAMENTOS E NOVAS TECNOLOGIAS

2.1 FRITURA

O equipamento de fritura por contato consiste de uma superfície metálica aquecida, coberta com uma fina camada de óleo. Comercialmente, as fritadeiras contínuas por imersão são mais importantes. Nas operações por batelada, o alimento é suspenso em um banho de óleo quente e retido até o grau de fritura necessário, usualmente determinado por mudanças de cor da superfície.

As fritadeiras contínuas por imersão consistem de uma esteira de tela de aço inoxidável que é submersa em um tanque de óleo controlado automaticamente. Elas são aquecidas por eletricidade, gás, óleo combustível ou vapor. O alimento é colocado no óleo por pás que se movem lentamente, afundando para um transportador submerso ou, se o alimento flutua, é mantido abaixo da superfície por uma segunda esteira transportadora. O tamanho das peças, a velocidade do transportador e a temperatura do óleo controlam o tempo de fritura. Um transportador inclinado remove, então, o alimento e deixa o excesso de óleo drenar de volta para o tanque. O equipamento funciona automaticamente com taxas de produção de até 15t de produto frito por hora.

O óleo é continuamente recirculado através de aquecedores e filtros externos; o óleo fresco é adicionado automaticamente para manter o nível desejado no tanque. Esses aspectos aumentam a vida útil do óleo, principalmente pela remoção das partículas de alimento que poderiam queimar e afetar o sabor e a cor do produto. A viscosidade do óleo é importante para melhor transferência de calor mínima retenção de alimento. A viscosidade correta é obtida quando o óleo é

aquecido até que o teor de ácidos graxos livres alcance 0,4%. Pode-se adicionar metilsilicone para prevenir a formação de espuma.

Sistemas de recuperação de calor e óleo são usados para reduzir os custos com energia e óleo. A economia é obtida com trocadores de calor, colocados na tampa da chaminé de exaustão. Esse calor é usado para preaquecer o alimento ou óleo que está entrando para aquecer a água de processo.

2.2 FORNEAMENTO E ASSAMENTO

São muitos os tipos de fornos e as técnicas empregadas encontram-se em constante evolução, pois a modernidade incorporam sistemas de controle que reduzem o consumo de energia e garantem uma reprodutibilidade dos resultados reduzindo erros por parte dos operadores (REIS, 2012).

A classificação dos fornos é de acordo com o tipo de aquecimento como diretos ou indiretos (FELLOWS, 2006).

2.2.1 FORNOS DE AQUECIMENTO DIRETO

Nesse tipo de forno o ar e os produtos da combustão circulam por correntes naturais ou ventiladores, onde a temperatura é controlada automaticamente pelo ajuste das taxas de fluxo de ar e combustível para os queimadores. É frequentemente utilizado o gás natural, porém também podem ser empregados o butano, propano, óleo combustível ou combustíveis sólidos. As principais vantagens desse tipo de forno são: um curto tempo de assamento; alta eficiência térmica; bom controle sobre condições de processamento; inicialização rápida (FELLOWS, 2006).

2.2.2 FORNOS DE AQUECIMENTO INDIRETO

Nos fornos de aquecimento indireto a atmosfera do forno é aquecida por um sistema de trocadores de calor, onde os gases resultantes da combustão não entram em contato com a câmara de assar, mas circulam no interior de tubos (REIS, 2012).

Geralmente, o ar aquecido é recirculado pela câmara de assamento e por um trocador de calor separado (FELLOWS, 2006).

Os fornos de aquecimento indireto têm como característica maior flexibilidade de projeto do sistema de aquecimento, sendo possível favorecer o mecanismo de radiação ou o de convecção forçada (REIS, 2012).

2.2.3 FORNOS DE BATELADA

Um exemplo de forno de batelada é o forno de pá de remo, que tem esse nome porque o alimento é colocado em uma câmara de assamento, em bandejas ou isoladamente, por meio de uma pá com cabo longo (uma pá de remo), outro exemplo é o forno multiprateleiras, usado geralmente em produtos de panificação, carnes e produtos de confeitaria. Pode ser citado como as principais desvantagens dos fornos de batelada o maior custo com empregados e a falta de uniformidade no tempo de assamento, causados pela demora no carregamento e no descarregamento (FELLOWS, 2006).

2.2.4 FORNOS CONTÍNUOS E SEMICONTÍNUOS

Quando a indústria necessita de uma produção de alimentos em grande escala, utiliza fornos contínuos, estruturados com correias de malha de aço, de material cerâmico e esteiras transportadoras são empregadas em fornos com superfícies móveis (REIS, 2012).

2.2.5 FORNOS DE FORNALHA ROTATIVOS, DE BOBINA, DE BANDEJA MULTICICLO E DE TÚNEL

Nos fornos de fornalha rotativos, de bobina e de bandeja multiciclo, a operação é semicontínua quando o forno deve ser parado para remoção do alimento.

Fornos rotativos têm tempos de assamento mais curtos, mas ocupam uma grande área superficial. Fornos de bobina movimentam o produto ao longo do forno, permitindo maior área de assamento para uma mesma área superficial e uma distribuição de temperatura mais uniforme dentro do forno. A ausência de zonas de aquecimento e dificuldade no carregamento e descarregamento automatizados pode ser citada como desvantagens desses tipos de fornos.

Os fornos de bandeja possuem bandejas de metal fixas a uma correia transportadoras, que são carregadas pelo forno em uma direção e depois baixadas para uma segunda correia, fazendo o caminho inverso e retornando para o descarregamento. Nos fornos de túnel o alimento é carregado em placas de aço ou em cinta de metal perfurado ou tramado no forno de esteira ao longo de um túnel de metal, onde a temperatura e a umidade são controladas independentemente em cada zona por aquecedores e abafadores, de forma a produzir alimentos com uma determinada cor ou teor de umidade. Estes fornos são muito utilizados para panificação em grande escala, pela sua alta capacidade, controle cuidadoso das condições de assamento e baixo custo com empregados devido ao seu carregamento e descarregamento automáticos compensando seu alto custo de capital e da necessidade de grande área física ocupada para instalação (FELLOWS, 2006).

2.3 NOVAS TECNOLOGIAS

As inovações tecnológicas em equipamentos referem-se, principalmente, à transmissão de calor, através de aparelhos de cocção e resfriamento de alimentos. Uma característica desenvolvida é a capacidade de programação, com uma grande precisão, dos tempos e temperaturas envolvidos, aumentando a segurança do processo e modificando a organização do trabalho. As principais modificações para

a produção de refeições são realizadas através de: vapor d'água com ou sem pressão para a cocção a vapor; ar quente sob pressão e vapor d'água para a cocção mista; eletricidade em alta frequência para a placa de indução; ondas eletromagnéticas para microondas; células de resfriamento, criogênicas ou mecânicas (PROENÇA, 1999).

Um novo sistema para cocção de alimentos, com uma capacidade de 100 litros, possui painel digital onde se pode controlar o tempo, a temperatura, ignição de chama, alerta com bip, sensor de chama e válvula de retenção de gás. O equipamento possibilita que seu operador realize os processos de cozimento tradicional, cozimento em auto vapor, grelhar, fritar e também assar. Suas laterais são revestidas em lã de rocha basáltica, o que evita queimaduras e conserva por mais tempo a temperatura dos alimentos.



Fonte:GUILLER (2011)

3 APLICAÇÕES NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

O processo de fritura, assamento ou forneamento pode ser aplicado durante o processamento de alguns alimentos industrializados para agregar valor e aumentar o *shelf life* dos produtos. Dentre os produtos comercializados, os

empanados durante o seu processo de elaboração implica, nas operações de redução de tamanho (moagem), mistura, moldagem, recobrimento através de um sistema de cobertura específico, fritura, cozimento e congelamento (DILL; SILVA; LUVIELMO, 2009). Outros produtos que se destacam são: macarrão instantâneo, batata palito congelada.

REFERÊNCIAS

DILL, Daniele D.; SILVA, Andréia P.; LUVIELMO, Márcia de Mello. Processamento de empanados: sistemas de cobertura. **Estudos Tecnológicos**. v. 5, n. 1. p. 33-49, jan/abr, 2009.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

GUILLER. A inovação na cocção de alimentos. 2011. Disponível em: http://guiller.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=114&Itemid=203

REIS, José C. D. **Medidas do Coeficiente de Transferência de Calor em Fornos Combinados**. 2012. 77 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia de Processo Químico e Bioquímico) – Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia – Escola de Engenharia Mauá, São Caetano do Sul, 2012.

PROENÇA, Rossana P. C. Inovações tecnológicas na produção de refeições: conceitos e aplicações e básicas. **Revista Higiene Alimentar**. v. 13, n. 63, p. 24-30, 1999.