



Universidade de Aveiro
2017

Departamento de Engenharia Mecânica e
Departamento de Comunicação e Arte

Cédric Rodrigues

Inovação e desenvolvimento de equipamento de
hotelaria



Cédric Rodrigues

Inovação e desenvolvimento de equipamento de hotelaria

Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestrado em Engenharia e Design de Produto, realizada sob a orientação científica do Doutor Victor Fernando Santos Neto, Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica e coorientação do Mestre Emanuel Filipe Cunha Oliveira, Professor Assistente convidado do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro.

o júri

Presidente	Prof. Doutor João Nunes Sampaio Professor Auxiliar Convidado do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro
Arguente	Prof. Doutor Nelson Amadeu Dias Martins Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro
Arguente	Mestre Raul Pereira Pinto Especialista, Universidade de Aveiro
Orientador	Prof. Doutor Victor Fernando Santos Neto Professor Auxiliar Convidado do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Aos meus pais, José e Estela, pela motivação e apoio financeiro que me proporcionaram para que esta etapa se tornasse possível.

À empresa PNH por tornar possível a minha aprendizagem, ao Doutor Paulo Martins, à Eng^a. Luísa, ao Sr. Luís, à Ana e à Sr. Helena pela paciência e transmissão de conhecimentos.

Aos meus orientadores, o Doutor Victor Neto e o Mestre Emanuel Oliveira, pelo apoio e disponibilidade de ajudar a levar o trabalho a bom porto.

Finalmente a todos os meus amigos pelo incentivo e opiniões dadas ao longo do projeto.

palavras-chave

Cozinha industrial, fritadeira, indução eletromagnética

resumo

A presente dissertação de base projetual tem como principal objetivo o estudo e implementação da tecnologia de indução eletromagnética nos equipamentos de cozinha industrial, nomeadamente a fritadeira.

Este documento é um registo do processo de pesquisa e de desenvolvimento conceptual da fritadeira de indução que incluiu um enquadramento sobre o mundo da cozinha, um estudo aprofundado do funcionamento da fritadeira elétrica, um benchmarking e a análise da tecnologia de indução eletromagnética, revestimentos e exemplos de aplicações.

O estudo e a análise dos testes das tecnologias existentes na fritadeira, resistiva e indutiva, culminaram na construção de uma solução teoricamente fundamentada.

O aquecimento por indução implementado apresenta mais-valias como a rapidez no aquecimento e a facilidade de limpeza. A colocação de um sensor de óleo capacitivo permite a medição do grau de degradação do óleo, alertando para a necessidade de mudança, evitando assim contaminação nos alimentos fritos ou, por outro lado, desperdícios. A geometria simplificada construída, com inclinação para o reservatório de óleo, facilita a limpeza da fritadeira e permite que as gotículas de óleo que caem na superfície superior, derivado à retirada do cesto da cuba, voltem para o seu interior.

keywords

Industrial kitchen, fryer, electromagnetic induction

abstract

The present project – based dissertation aims to study and implement of the induction technology in industrial kitchen equipment, namely the fryer.

This document is a record of the research and conceptual development process of the induction fryer, which included a broad approach to the kitchen world, a thorough study of the operation mechanism of the electric fryer, benchmarking and the applicability of electromagnetic induction and coatings.

The study and the analysis of the tests done on the existing technologies in the fryer, resistive and inductive, culminated in an object with a heavy theoretical foundation.

The induction heating process implemented has advantages such as the speed of heating and the ease of cleaning. Placing a capacitive oil sensor allows the measurement of oil degradation, alerting to the need for change, thus avoiding contamination in fried foods or, on the other hand, waste. The simplified geometry, tilted to the oil reservoir, facilitates the cleaning process of the fryer and allows the oil drops that fall on the upper surface, derived from the withdrawal of the basket from the bowl, to return to the interior.

Índice

1	Introdução.....	1
1.1	Contextualização do Projeto	1
1.2	Problemática e objetivos	1
1.3	PNH By Pinha.....	2
1.3.1	Gama atual de produtos.....	2
1.3.2	Tecnologias que a empresa dispõem	4
1.4	Estrutura do documento.....	6
2	Estado da Arte	7
2.1	O Mundo da Cozinha.....	7
2.1.1	Modos de confecção de alimentos	7
2.1.2	Espaço e equipamentos da cozinha industrial	9
2.2	A Fritadeira.....	13
2.3	Benchmarking	17
2.4	Aquecimento por Indução Eletromagnética.....	27
2.4.1	Princípio de funcionamento	28
2.4.2	Aplicações da tecnologia	29
2.5	Materiais e Revestimentos	33
2.5.1	Aço Inoxidável	33
2.5.2	Revestimentos Antiaderente	33
2.6	Normas e Legislação em vigor	35
3	Desenvolvimento da Fritadeira Indutiva.....	37
3.1	Ensaio do comportamento térmico	37
3.2	Desenvolvimento de conceito	40
3.3	Descrição técnica da solução encontrada.....	43
3.4	Seleção de Materiais e Processos de fabrico	47
3.5	Apresentação do protótipo virtual	48
4	Conclusões e desenvolvimentos futuros	53
	Referência Bibliográficas	55
	Índice de imagens.....	57

1 Introdução

1.1 Contextualização do Projeto

Este projeto parte do desafio lançado pela PNH by Pinha, empresa de desenvolvimento de equipamentos hoteleiros em aço inox, e do interesse em receber um discente do Mestrado de Engenharia e Design de Produto da Universidade de Aveiro.

A atividade proposta teve como premissa a utilização do princípio da indução eletromagnética na cozinha industrial, devido às suas vantagens de eficiência energética.

O projeto desenvolvido foi consequência de uma análise do impacto da implementação da tecnologia indutiva em fritadeiras elétricas industriais, nas quais a rapidez e limpeza são fulcrais para otimizar o funcionamento e o modo de preparação dos pratos.

1.2 Problemática e objetivos

A Fritadeira é um objeto que está globalmente presente na maioria das cozinhas industriais, fazendo parte do dia-a-dia de um restaurante, bares, vending cart, cantinas.

Numa primeira fase do projeto, o estado da arte dos equipamentos para cozinhas industriais, principalmente as fritadeiras elétricas, e a recolha e análise de tecnologias benéficas para os produtos, tais como o aquecimento por indução eletromagnética e revestimentos anti gordura foram objetivos a alcançar. Numa segunda fase, foram realizados testes comparativos (fritadeira resistiva vs indutiva) com o objetivo de analisar os tempos de aquecimento e consumo de ambos. Por último foi desenvolvido o produto aplicando tecnologias estudadas na primeira fase e a seleção dos processos de fabrico.

1.3 PNH By Pinha

A PNH, anteriormente designada por Pinha, possui mais de 40 anos na área da metalúrgica e metalomecânica, no subsector de fabricação de equipamentos elétricos. Pertencente ao grupo Ciclo Fabril, um dos líderes nacionais no sector da metalúrgica, consolidou a sua posição de mercado na produção e comercialização em equipamentos hoteleiros, de restauração e hospitalar em aço inox, entre outros. O grupo é composto pela própria Ciclo Fabril, Alufap, Tabor, Crank, Tortec, Impfrance, Plastar e PNH, tendo cada uma delas uma área/mercado específico, e está sediado em Águeda, onde se encontram a maioria das empresas constituintes.

A PNH definiu uma estratégia de exportação que lhe permite estar hoje representada em vários países do mundo. Essa estratégia passa pela fabricação de qualidade dos seus produtos e respetiva assistência técnica. A PNH pretende desenvolver também equipamentos de gamas modulares para bares até às grandes cozinhas industriais.

1.3.1 Gama atual de produtos



fig. 1 - Fritadeira elétrica dupla 10 lts da PNH



fig. 2 - Torradeira da PNH



fig. 3 - Aquecedor de pacote da PNH



fig. 4 - Termo de leite da PNH

A PNH desenvolve atualmente diversos produtos tais como: fritadeiras industriais, torradeiras elétricas, termos de leite, lavatórios, bancadas, grelhadores elétricos e a gás, armários de aquecimento, baldes do lixo e exaustores. As figuras seguintes são alguns dos equipamentos mencionados anteriormente.



fig. 5 - Lavatório da PNH



fig. 6 - Bancada com lavatório da PNH



fig. 7 - Grelhador a gás (preto) da PNH



fig. 8 - Grelhador a gás (dourado) da PNH

A empresa aposta na inovação dos seus produtos como modelo de diferenciação da concorrência e modo de atrair novos clientes. Um exemplo disso é a nova gama de grelhadores (a gás ou elétricos), *cloud*, recentemente produzido pela nova administração, estes tem como diferenciação o revestimento em teflon na zona de aquecimento, como se pode ver na figura fig. 7 e fig. 8, isto permite ao funcionário uma fácil limpeza da zona de confeção. Outro aspeto é a questão estética do produto, sendo este pintado (preto, fig. 7) ou revestido em PVD (dourado, fig. 8), potenciando um valor acrescentado. Este tipo de grelhadores são utilizados, tipicamente, em bares onde a componente estética do objeto se torna relevante.

<http://www.pnh-bypinha.pt/site/>

1.3.2 Tecnologias que a empresa dispõem

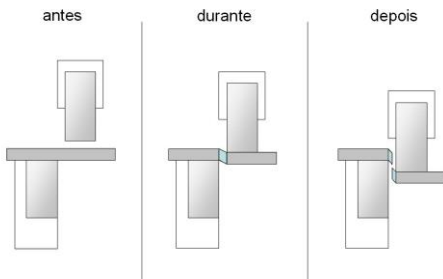


fig. 9 - Processo de corte por guilhotina

A PNH dispõe no seu espaço tecnologias de corte de chapa por guilhotina e punção, processo de conformação mecânica: quinagem e calandragem, soldadura TIG e por pontos. Por vezes a empresa recorre ao grupo para a tecnologia do processo de corte a laser, quando esta está subcarregada de trabalho nos processos de corte.

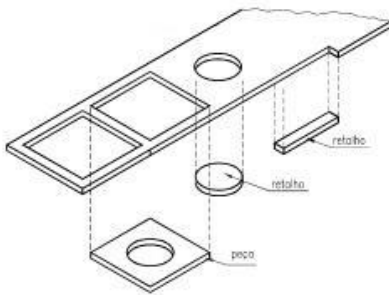


fig. 10 - Peças resultantes da estampagem

A empresa recebe a matéria-prima, aço inoxidável 304, em chapas de medidas standards.

A primeira etapa consiste no corte da chapa através de uma guilhotina, fig. 9, estas são submetidas a uma pressão exercida por uma lâmina de corte. Quando se pretende formas precisas e de rápida execução, como os da fig. 10, recorresse então ao processo de corte por punção exemplificado na fig. 11.

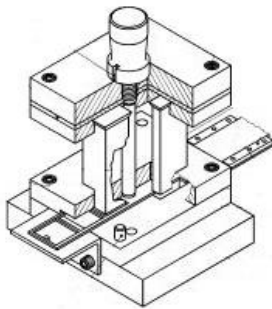


fig. 11 - Estampagem

Após o processo de corte é executado o processo de conformação mecânica, a quinagem, que resulta na deformação da chapa através de um cunho e uma matriz (fig. 12). Normalmente esse tipo de processo produz discontinuidades, principalmente rebarbas nas bordas, sendo necessário lixar.

Quando se pretende arredondar a chapa para obter o formato cilíndrico dos baldes do lixo produzidos pela empresa, estes são submetidos ao processo de calandragem, fig. 13.

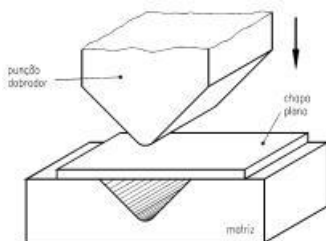


fig. 12 - Quinagem

O processo de soldadura TIG, fig. 14, consiste na adição de metal nas peças a serem unidas, este é utilizado por exemplo na união das chapas de inox do topo nas esquinas das bancadas. Após a formação do cordão de soldadura, é necessário lixar, de modo a obter o melhor disfarce possível da soldadura relativamente ao restante da chapa.

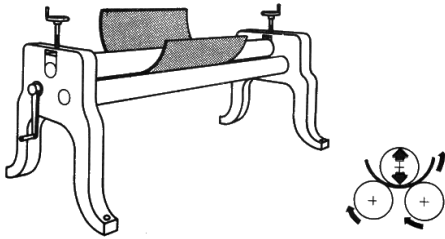


fig. 13 - Calandragem

Para a união das chapas no caso das fritadeiras, o processo utilizado é a soldadura por pontos, que consiste na aplicação de calor e pressão. Através de uma resistência é gerado corrente elétrica na chapa que eleva a temperatura próximo da fusão e é exercida uma pressão entre elas, como se pode verificar na fig. 15.

Por fim e efetuado a montagem dos componentes do produto, a inspeção e respetivo embalamento para expedição ao cliente ou a armazenagem para stock de produto.

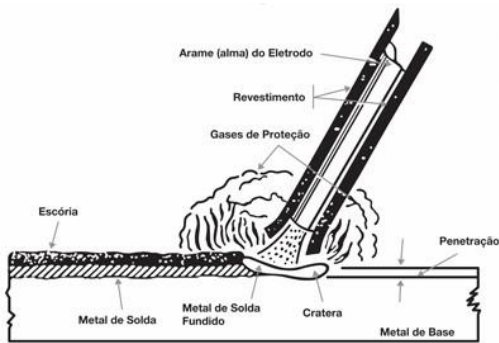


fig. 14 - Soldadura TIG

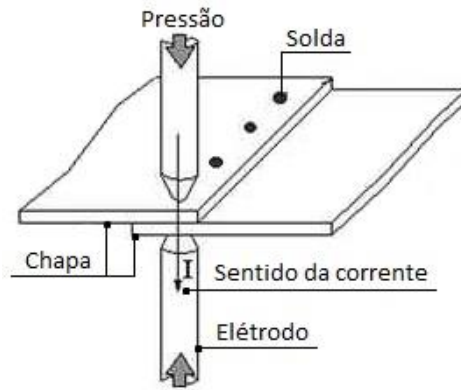


fig. 15 - Soldadura por pontos

1.4 Estrutura do documento

No ponto 1, Introdução, está presente a contextualização do projeto, a identificação do problema e breve descrição da empresa PNH.

No ponto 2, Estado da Arte, foram analisados os modos de confeção de alimentos de várias zonas geográficas do mundo e o impacto dos equipamentos industriais na cozinha. A análise aprofundada do funcionamento e dos tipos de fritadeiras existentes, o estudo da tecnologia de indução e suas aplicações, materiais e revestimentos foram informações que serviram de complemento para a etapa seguinte do projeto.

O ponto 3, Desenvolvimento da Fritadeira Indutiva, iniciou-se com ensaios realizados nos dois tipos de tecnologias existentes nas fritadeiras, a resistiva e indutiva, a recolha e análise dos gráficos do tempo de aquecimento permitiram retirar conclusões. Após essa etapa iniciou-se o processo de desenvolvimento do conceito da fritadeira indutiva com o auxílio das ferramentas de mind map, esquiços e modelação 3D através do *software Solidworks* 2016. Posteriormente elaborou-se um diagrama de fluxo de sinais, com o objetivo de explicar o modo de funcionamento, uma descrição técnica da solução encontrada, descrição dos processos de fabricação do objeto projetado e a respetiva apresentação do modelo virtual e fechou-se este capítulo com a análise de resultados.

Por fim no ponto 4, a conclusão e trabalho futuro foram redigidos.

2 Estado da Arte

2.1 O Mundo da Cozinha

2.1.1 Modos de confeção de alimentos

A palavra culinária provém do latim *culinarius*, que deriva da palavra *culina*, que significa cozinha. A culinária é a arte de confeccionar alimentos que pode ser caracterizada por um conjunto de aromas e sabores peculiares a uma dada cultura (Garcia e Castro, 2011). Para além dos aspetos culturais, a agricultura local e a religião influenciam também o tipo de alimentos/ingredientes que são confeccionados. Por exemplo para os *hindus* a vaca é um animal sagrado, pelo que não consomem carne de vaca, enquanto a de porco é proibida entre os *muçulmanos* e os *judeus*.



fig. 16 - Cesto de bambu

Outros aspetos que influenciam o mundo da cozinha são as técnicas de confeccionar e os utensílios utilizados que diferem de cultura do país ou região. No entanto, independentemente da zona geográfica ou tipo de culinária a confeccionar, é imprescindível a utilização de panelas, facas de corte e outros utensílios (como colheres, garfos, etc) em aço, madeira ou até mesmo plástico.



fig. 17 - Panela com coador em aço inox da Kitchen Craft

Existem no entanto, utensílios característicos de certas culturas ou regiões, que lhes atribuem uma identidade culinária. Na cozinha chinesa um dos utensílios que se destaca da europa, é o cesto de bambu (fig. 16) que é utilizado para cozer a vapor os alimentos. Na Europa e em grande parte do mundo para efetuar o cozimento por vapor é utilizado panelas com coador em aço inox (fig. 17).

Confeção e preparação dos alimentos

A confeção é um processo em que os alimentos são submetidos a elevadas temperaturas, de modo a destruir os microrganismos presentes nos alimentos. Segundo a APHORT (2004), “A maioria das bactérias multiplicam-se muito rapidamente à temperatura compreendida entre os 5°C e os 65°C; a partir de 65°C, a maior parte das bactérias que não formam esporos (Formas latentes de resistência que algumas bactérias possuem para se protegerem contra condições extremas de temperatura) é destruída.”, portanto é aconselhável para temperaturas de refrigeração 5°C de máxima e temperatura mínima de 65°C para a conservação dos alimentos quentes.

Os cozinheiros, exceto nas cozinhas que servem grandes quantidades de alimento são efetuados controlos de temperatura com termómetros e registados num relatório (exemplo acontece nas cantinas), não efetuam a medição da temperatura dos alimentos que estão a ser confecionados, mas habitualmente os cozinheiros experientes observam os seus cozinhados para ver se estão prontos a serem servidos, através de algumas características, tais como: a textura do alimento ao ser espetado, prova dos alimentos, etc.

Quando os alimentos não podem, por razões culinárias, ser tratados a temperaturas superiores a 65°C, devem ser servidos imediatamente após a confeção, segundo a APHORT (2004).

Tipos de confeção:

- Saltear – Método de confeção relativamente rápido, que consiste em cozinhar alimentos com uma pequena quantidade de gordura.

- Grelhar – Este processo contribuir para uma menor ingestão de gordura, ou seja, é um método que não necessita da adição de gordura sendo libertada a existente no alimento cozinhado.
- Estufar e guisar (refogado) – Consiste na preparação do molho. Conjugação de uma pequena quantidade de água, vinho e/ou azeite a aquecer com a adição de ervas, cebola ou outros temperos que vão dar um sabor ao alimento.
- Assar – Consiste na preparação de alimentos com calor quente (efetuado nos fornos).
- Cozer – Consiste no cozimento dos alimentos numa panela de água.
- Fritura – é uma técnica culinária que consiste em mergulhar o alimento num banho de óleo a uma temperatura não superior a 180°C, estabelecida pela portaria nº 1135/95 do diário da república.

2.1.2 Espaço e equipamentos da cozinha industrial

Hoje em dia a cozinha é um local indispensável para a vida contemporânea. Existem dois tipos de cozinhas, sendo estas industriais e doméstica.

Muitos cozinheiros domésticos, com cozinhas bem equipadas, em geral, não têm equipamentos do mesmo calibre, durabilidade e qualidade das cozinhas industriais. Outra diferença é o custo dos



fig. 18 - Fluxograma do percurso do alimento (APHORT)



fig. 19 - Cozinha de uma vending cart



fig. 20 - Copa limpa e suja de uma cozinha vending cart

equipamentos, sendo que uma cozinha industrial necessita de um maior investimento.

O termo “cozinha industrial” é utilizado pelo setor especializado para indicar que a cozinha não é doméstica, isto é, toda a cozinha com a funcionalidade de atendimento profissional, no ramo da confeção de alimentos é uma cozinha industrial, como por exemplo: fast food, restaurantes, bares, hotéis, cantinas, etc.

“A cozinha corresponde à zona destinada à preparação e confeção de alimentos, podendo também destinar-se ao respetivo empratamento e distribuição.”, segundo o ponto nº1 do artigo 2º do decreto lei 234/2007.

Cada cozinha industrial possui as suas especificações que vão de acordo com a sua função e objetivo da organização, mas em qualquer uma delas o seguimento das etapas ilustradas na fig. 18 deve ser cumpridas. O percurso dos alimentos deve ser o mais linear possível, mas em alguns casos, por questões de espaço reduzido, não é possível, como por exemplo as *vending carts* (fig. 19). Na fig. 20 pode-se observar, que devido ao espaço reduzido, a copa limpa (preparação dos alimentos) está ao lado da copa suja (lavagem dos utensílios), o que normalmente não acontece nas cozinhas dos restaurantes por exemplo.

O fluxo de trabalho, a segurança e a higiene são os principais impulsionadores no espaço de uma cozinha industrial. Cada cozinha tem que permitir um fluxo organizado e locais claramente bem definidos de modo a não se sobreporem. Devem existir muitos cuidados a nível de higiene de modo a evitar a formação de bactérias, tendo a preocupação da temperatura de armazenamento adequado



fig. 21 - Cozinha de um Bar

de cada tipo de alimento, as temperaturas de confeção e a limpeza do espaço.

Independentemente das características, estruturas e dimensões de cada estabelecimento, todos devem cumprir um conjunto de requisitos mínimos definidos pela legislação do país, do ponto de vista da higiene e segurança alimentar.



fig. 22 - Cozinha de uma Cantina



fig. 23 - Cozinha de um restaurante

Os equipamentos essenciais para uma cozinha variam do tipo de negócio, isto é, uma cozinha de *McDonalds* é diferente de uma cozinha de hotel, visto que o tipo de refeições são bastante distintas, uma vez que o conceito do *fast food* baseia-se em de fritos e grelhados, logo a maioria dos equipamentos presente nesse tipo de cozinha para a confeção de alimentos são as fritadeiras e os grelhadores.



fig. 24 - Cozinha de um Hotel



fig. 25 - Fritadeira elétrica de 10 lts
da PNH

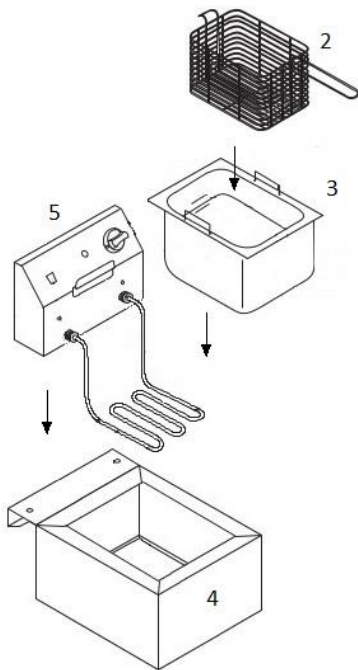


fig. 26 - Partes constituintes da fritadeira
elétrica



fig. 27 - Textura da batata na fritadeira a ar
no lado esquerdo e submersa em óleo na
direita

2.2 A Fritadeira

As fritadeiras elétricas são práticas e seguras quando os utilizadores a sabem utilizar. Existem fritadeiras elétricas e a gás de várias capacidades, que utilizam óleo com água e sal ou somente óleo, com uma ou duas cubas, redonda ou retangular. Em qualquer dos casos, todas contém uma cesta para facilmente pegar os alimentos fritos e um suporte para a cesta com o intuito de deixar escorrer o óleo em excesso. Também contém uma tampa por questões de segurança, de modo a evitar queimaduras devido aos salpicos de óleo quente.

As fritadeiras desenvolvidas pela empresa, utilizam somente no seu sistema o óleo. Estas são constituídas por cinco partes, sendo estas: tampa (1), cesta (2), cuba (3), carcaça (4) e sistema de controlo com a resistência elétrica (5), como se pode verificar nas fig. 25 e fig. 26.

Atualmente existe também as fritadeiras a ar, sendo estas para uso doméstico, consistem em fritar alimentos com poucas quantidades de óleo ou mesmo nenhuma. Embora este processo seja mais saudável, fácil de usar e de limpar, necessitam de mais tempo para fritar e são mais caras que as convencionais domésticas, segundo o estudo efetuado pela DECO (2013). Outra particularidade é a textura e sabor da fritura, sendo que o resultado desta fritura é mais clara e menos crocante que o processo de submersão em óleo, como se pode verificar na fig. 27 do lado esquerdo.

Nas fritadeiras industriais, a qualidade do óleo e a limpeza são fundamentais para o bom funcionamento das mesmas. Por exemplo, quando o utilizador da fritadeira não efetua a troca do óleo durante bastante tempo, este com o passar do tempo acumula muitos resíduos no fundo da cuba, devido aos alimentos fritos, o que pode provocar o mau funcionamento da resistência elétrica e alterar o

sabor dos alimentos. Em alguns casos a resistência deixa de funcionar, devido ao excesso de deposição de resíduos que cobre totalmente a resistência, como se pode ver na ilustração da fig. 28.

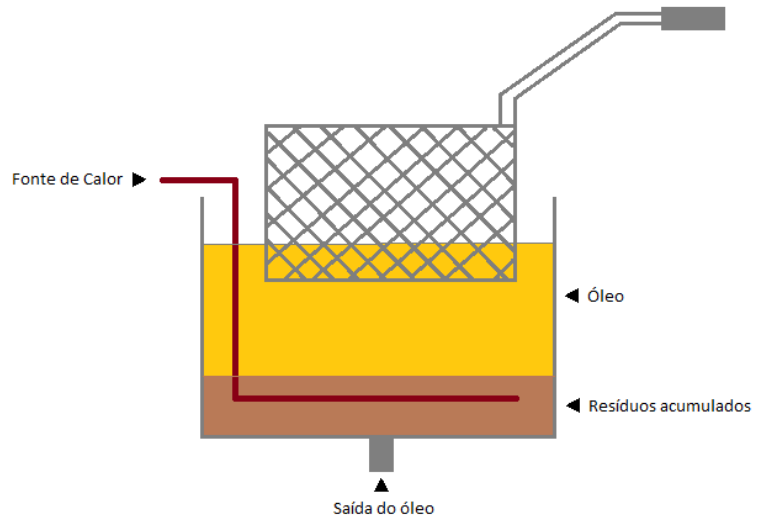


fig. 28 - Esquema em corte da fritadeira com resíduos acumulados

O nível baixo do óleo é um dos principais fatores que influencia o funcionamento da resistência, que em alguns casos acabam por queimar devido ao sobreaquecimento.

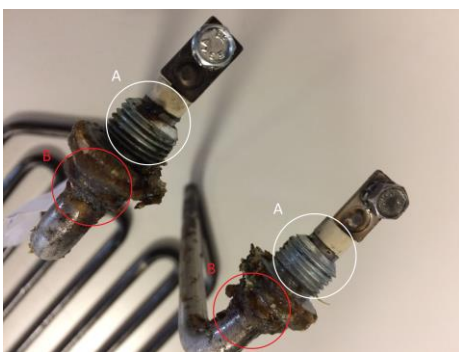


fig. 29 - Resistência elétrica com resíduos de óleo nos terminais

Quando não existe uma limpeza adequada da fritadeira, o óleo começa a ficar acumulado na resistência originando uma película de gordura em seu redor, o que pode provocar um mau funcionamento. O caso da fig. 29, é uma reclamação do cliente, no qual a resistência deixou de funcionar devido à falta de limpeza por parte deste. A acumulação de gordura nos terminais da resistência até à parte do cerâmico fez com que esta deixasse de conduzir eletricamente. A fig. 29 resultou da limpeza efetuada na parte A, na qual esta estaria com o mesmo aspeto da parte B. Após a limpeza efetuou-se os testes de funcionamento, no qual passou com distinção.



fig. 30 - Fritadeira elétrica com óleo e água

As fritadeiras que utilizam óleo e água (fig. 30), são utilizadas em equipamentos grandes, que permitem fritar vários alimentos no mesmo óleo, que consiste numa cuba com água na parte inferior e óleo no topo. Desta forma, o alimento é colocado na cesta e é frito em óleo, sem que este entre em contacto com a água. Este sistema tem como principal objetivo armazenar as pequenas partículas deixadas pelo alimento frito que degradam o óleo para a água, o que permite que o óleo permaneça limpo por muito mais tempo. A água é removida por um sistema simples.

Na fig. 31 é representado um esquema de funcionamento de uma fritadeira a óleo e água.

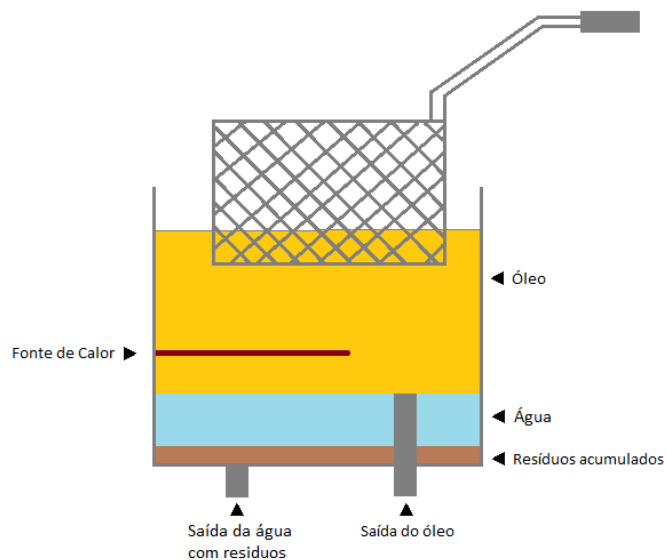


fig. 31 - Esquema em corte da fritadeira a óleo com água com resíduos acumulados

Na fritadeira a convecção natural e a transferência que ocorre, que consiste na transferência de massa, que devido à alteração da temperatura não uniforme origina o movimento do fluido. Por ação da gravidade quando o fluido está em repouso e sujeito ao aumento de temperatura, este entra em movimento. Ou seja, quando a temperatura aumenta numa “zona” do fluido este torna-se mais “leve” e sobe, enquanto o fluido frio, mais denso, tende por ação da



fig. 32 - Movimento das correntes de convecção natural

gravidade descer, descrevendo assim o movimento representado na fig. 32.

Numa cozinha, este tipo de transferência está presente nas várias técnicas de confeção, como cozer; fritar; estufar; etc, ou seja, em todos os processos que envolvam um líquido e o ar como meio de transferência de calor.

Diferentes alimentos têm tempos de confeção diferentes, uma vez que dependem do coeficiente de transferência de calor por convecção. Por exemplo, o processo de fritura por imersão das batatas é mais rápido que o cozimento das mesmas. Isto deve-se ao facto da temperatura máxima do óleo (180°C) ser superior ao da água (100°C).

2.3 Benchmarking

O benchmarking é um processo de investigação do mercado que permite analisar características diferenciadoras nos produtos. Nesta investigação foram analisadas as principais marcas nacionais e internacionais, com o intuito de recolher informação de produtos que se destaquem. A recolha desta informação foi realizada por pesquisa online através dos catálogos dos respetivos fabricantes.

Os produtos selecionados na pesquisa, tiveram em conta o subsector no qual a empresa se insere e serviram como base de comparação aos produtos da PNH. As gamas modulares, tipo de equipamento que a PNH pretende também desenvolver neste momento, visto ser um mercado que responde melhor às necessidades das cozinhas profissionais, a nível nacional como internacional. Dando principalmente foco às fritadeiras de bancada, visto ser o produto a desenvolver para este projeto.

Empresa Portuguesa sediada em Taboeira – Aveiro, especializada na fabricação de equipamentos hoteleiros de aquecimento. Em 1977 foi fundada a empresa RST (os condutores da corrente elétrica trifásica são o R, o S e o T) de fabricação de carregadores de bateria. Em 1980 um dos fundadores da RST teve a ideia de começar a fabricar máquinas de café, pelo motivo de que o café era um marco em Portugal, surgindo assim as primeiras máquinas de café expresso em Portugal, nascendo assim a *Fiamma*.



fig. 33 - Fritadeira elétrica da Fiamma

Na fig. 33, uma das fritadeiras desenvolvidas pela *Fiamma*, tinha como diferenciação os comandos serem na parte da frente. Esta saiu do mercado devido ao seu preço de comercialização ser elevado comparativamente às outras fritadeiras da mesma gama, deixando assim a *Fiamma* de as produzir.

Atualmente a *Fiamma* produz as fritadeiras da fig. 34.

Características:

Dimensões: 265x475x375 mm

Produção: 15 kg/h

Capacidade de óleo: 8 L

Dimensões do cesto: 220x250x104 mm

Potência: 5,5 kW

Alimentação: 240V/50Hz

Peso: 8,5 kg

Termostato regulável entre 90°C e os 180°C



fig. 34 - Fritadeira elétrica de 8 lts da
Fiamma



fig. 35 - Prensador elétrico da Fiamma

Na fig. 35, pode-se observar uma torradeira com material inovador com placas de vitrocerâmicas, esta diferenciação permite uma fácil limpeza.

Características:

Dimensões: 640x445x245 mm

Superfície útil: 2x(250x250) mm

Potência: 3,4 kW

Alimentação: 230V/50Hz

Peso: 23, kg

<http://www.fiamma.pt/pt>



fig. 36 - Grelhador modelar a gás da Meirelles



fig. 37 - Fogão modelar a gás da Meirelles



fig. 38 - Fritadeira dupla modelar a gás da Meirelles

A Meireles é uma empresa portuguesa sediada em Paredes e em Madrid, fundada em 1931 com o fabrico do primeiro fogão elétrico português. Líder de mercado em Portugal, exporta para mais de 40 países, distribuídos pelos 5 continentes, com especial enfoque nos mercados espanhóis. Produz atualmente equipamentos para as cozinhas industriais e domésticas.

A Meireles produz três tipos de linhas, sendo estas: Snack, Modular e Tradicional. A linha snack são os produtos apresentados na fig. 36, fig. 37 e fig. 38. A linha modular representa os produtos de grande escala e os tradicionais correspondem somente a fogões a gás.

Estes módulos são construídos com aço Inox AISI 304, contém torneiras de gás, de regulação, montadas em painéis recuados com marcação e manipuladores em baquelite. Na parte inferior de cada módulo contém um tabuleiro de recolha de gorduras.

O fogão apresenta grelhas em ferro fundido removíveis e queimadores fixos de alto rendimento.

Todos estes modelos funcionam a gás natural ou GPL, com medidas mínimas de 600x400 mm, com acendimento por piezoelétrico.

<http://www.meireles.pt/pt/>



Empresa com sede em Itália com mais de 40 anos a desenvolver equipamentos para cozinhas profissionais. A marca caracteriza-se pelo seu design minimalista e excelente qualidade dos seus produtos.



fig. 39 - Fritadeira elétrica de 13 lts da Berto's

Fritadeira Elétrica

Dimensões: 365x530x310 mm

Produção: 15 kg/h

Capacidade de óleo: 13 L

Dimensões do cesto: 245x300x215 mm

Potência: 9 kW

Alimentação: 380-415V/50Hz

Peso: 18 kg

Termostato regulável até aos 190°C

Pré-aquecimento em 5 minutos (de 20 a 190 °C).



fig. 40 - Presador elétrico da Berto's

Presador elétrico com placa dupla lisa com superfície de cozedura de aço acetinado.

Dimensões: 620x350x200 mm

Superfície útil: 550x240 mm

Potência: 3,4 kW

Alimentação: 230V/50Hz

Peso: 27 kg

Produção máxima: 160 hamburgers/h



fig. 41 - Salamandra elétrica da Berto's

Salamandra elétrica com corpo de aquecimento com altura regulável e 2 reguladores de potência

Dimensões: 600x3x200 mm

Superfície útil: 550x240 mm

Potência: 3,4 kW

Alimentação: 230V/50Hz

Peso: 27 kg

<http://www.bertos.com/pt/informa%C3%A7%C3%B5es/index/1-0.html>



Empresa Espanhola fundada em 1956, uma das maiores empresas da Europa neste sector, dedica-se à fabricação de grandes e pequenos eletrodomésticos e de equipamentos para cozinhas profissionais.

Na fig. 42 está representado a gama 600, semelhante às gamas 700 e 900 (sendo estas de maior escala), é a melhor resposta para as necessidades de equipamentos de cozinha que podem ser encontrados em bares, cafés e todos os tipos de pequenos estabelecimentos. Esta gama pretende tornar-se uma das maiores gamas do mercado.

A gama modelar representada na figura é constituída pela seguinte ordem: fogão a gás, grelhador, fogão de indução, fritadeira, secador de fritos e cozedores multiproduto. Este tipo de produto é bastante vantajoso, visto que o cliente pode comprar somente os módulos necessários para o seu negócio.

<http://www.fagorindustrial.com/pt>



fig. 42 - Gama 600 modular da Fagor



Empresa líder de mercado na Alemanha, com sede em Salzkotten, fundada em 1876 desenvolve equipamentos para cozinhas industriais.

A Bartscher desenvolve todo o tipo de equipamentos para cozinhas industriais tais como torradeiras, grelhadores, fogões de indução, marmitas, liquidificadoras, equipamentos para refrigeração, etc.

As figuras seguintes apresentam uma variedade de fritadeiras elétricas e a gás desenvolvidas pela empresa.



Fritadeira elétrica “Snack XL”

Dimensões: 220x400x315 mm

Capacidade de óleo: 4 L

Potência: 2 kW

Alimentação: 230V/50Hz

Peso: 7 kg

Termostato regulável com proteção de superaquecimento

fig. 43 - Fritadeira elétrica 4 lts da Bartscher



Fritadeira elétrica “IMBISS I”

Dimensões: 290x550x410 mm

Capacidade de óleo: 8 L

Potência: 3,5 kW

Alimentação: 230V/50Hz

Peso: 10 kg

Termostato regulável

fig. 44 - Fritadeira elétrica de 8 lts da Bartscher



fig. 45 - Fritadeira elétrica 9,7 lts da Bartscher

Fritadeira elétrica "IMBISS PRO"

Dimensões: 410x500x380 mm

Capacidade de óleo: 9,7 L

Potência: 8,1 kW

Alimentação: 400V/50Hz

Peso: 12,7 kg

Termostato regulável com proteção de superaquecimento



fig. 46 - Fritadeira elétrica dupla 10 lts modelar da Bartscher

Fritadeira elétrica

Dimensões: 400x650x295 mm

Capacidade de óleo em cada cuba: 10 L

Potência cada resistência: 9 kW

Alimentação: 400V/50Hz

Peso: 20,1 kg

Termostato regulável e com elemento de aquecimento giratório (para a resistência, fig. 46) para facilitar a limpeza.



fig. 47 - Fritadeira a gás de 8 lts modelar da Bartscher

Fritadeira a gás

Dimensões: 400x650x295 mm

Capacidade de óleo em cada cuba: 8 L

Peso: 42,4 kg

<https://www.bartscher.com/de>



A Royal, empresa Alemã fundada em 2007, desenvolve uma variedade de equipamentos para cozinhas industriais tais como fritadeiras, grelhadores, fogões, prateleiras, armários, cafeteiras, entre outros.



fig. 48 - Fritadeira elétrica de 8 lts da Royal

Fritadeira elétrica RCEF-10EY-ECO

Dimensões: 275x435x280 mm

Capacidade de óleo: 8 L

Potência: 3,2 kW

Alimentação: 230V/50Hz

Peso: 4,5 kg

Termostato regulável



fig. 49 - Fritadeira de indução de 8 lts da
Royal

Fritadeira de indução RCIF-10E

Dimensões: 280x475x345 mm

Capacidade de óleo: 8 L

Potência: 3,5 kW

Alimentação: 230V/50Hz

Peso: 8,3 kg

Display digital da temperatura

Ajuste de temperatura através das teclas de membrana

<http://www.cateringroyal.de/en>

2.4 Aquecimento por Indução Eletromagnética

A indução eletromagnética, que é a base para o processo de aquecimento por indução, foi descoberta em 1831 pelo físico Michael Faraday.

Faraday mostrou que ao introduzir uma corrente AC no circuito A esta gerava uma corrente no circuito B, ambos isolados eletricamente. A fig. 50 representa o esquema de estudo do físico.

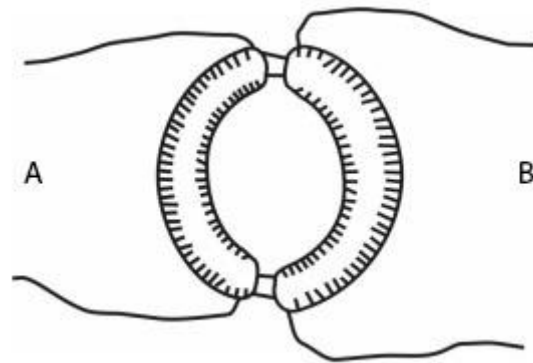


fig. 50 - Anel de ferro com enrolamentos de fio de cobre, A e B (MARTINS, 2004)

Apercebeu-se também que no momento em que o circuito A era ligado ou desligado o sentido da corrente em B era diferente e quando se mantinha ligado o circuito A num determinado tempo, não acontecia qualquer variação. Foi realizada a mesma experiência, utilizando desta vez um anel não magnético (madeira, plástico), o que não se observou qualquer alteração.

Em experiências posteriores Faraday descobriu ainda que ao mover um íman dentro do circuito fechado (dentro de uma bobina), verificava que havia corrente elétrica a passar pelo fio de cobre. Foi o conjunto desta experiência que levaram Faraday a concluir que a

variação de um campo magnético produz um campo elétrico (MARTINS, 2004).

2.4.1 Princípio de funcionamento

O aquecimento por indução é um processo que “aplica” calor de maneira rápida e controlada.

Um sistema de aquecimento por indução é constituído por uma fonte de alimentação AC, uma bobina de indução e a peça de trabalho (material a ser aquecido ou tratado). A fonte de alimentação fornece corrente AC para a bobina, que por sua vez gera um campo eletromagnético, que quando a peça é aproximada da bobina, sem qualquer contacto físico entre elas, o campo magnético induz correntes parasitas na peça, fazendo com que a peça aqueça. O esquema da figura seguinte demonstra o princípio de funcionamento de um sistema de aquecimento por indução (MORELAND, 1973).

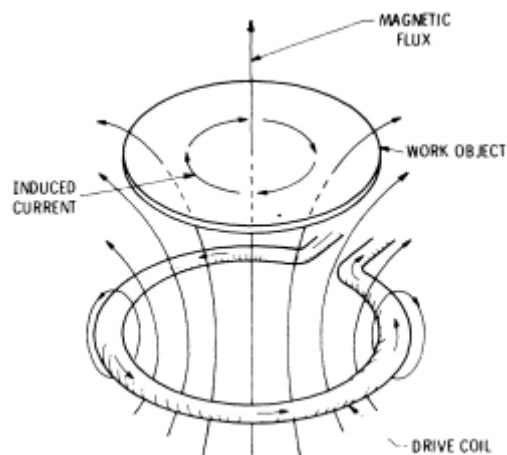


fig. 51 - Esquema do princípio de funcionamento do aquecimento por indução (MORELAND, 1973)

2.4.2 Aplicações da tecnologia

Os equipamentos que utilizam a tecnologia por aquecimento indutivo são utilizados na maior parte das indústrias de processamento de metais e não só. Sendo que os processos de fusão, tratamento térmico, endurecimento de metais, solda e fogão de indução são alguns dos exemplos que recorrem a esta tecnologia.

Esta tecnologia possui diversas vantagens relativamente aos métodos de aquecimento convencionais (combustíveis fósseis), como a eficiência energética, que permite uma elevada taxa de aquecimento e uma redução significativa de oxidação do material processado. Estas características tornam esta tecnologia mais económica na fabricação e manipulação dos aços, não só é eficiente como muitos dos equipamentos que dispõem desta tecnologia emitem pouco ruído, não emite gases e permitem um melhor controlo de temperatura durante a sua operação, obtendo assim um bom rendimento de produção.

Para além da área metalúrgica a tecnologia também é usada nas cozinhas industriais e domésticas, por trazer vários benefícios ao nível da eficiência energética, melhor aproveitamento de calor relativamente ao tradicional a gás e elétrico, a rapidez de aquecimento, o controlo preciso da temperatura de cozimento e segurança, visto que esta tecnologia somente aquece a panela de material magnético.

Placa de indução freeInduction da Siemens

Com a *freeInduction* da *Siemens* pode-se definir as panelas e frigideiras, independentemente das formas que possuem, onde se quiser, isto permite que o utilizador coloque a panela sem que esteja

constrangido por zonas de cozedura pré-definidos. A placa de indução deteta automaticamente o número, tamanho e posição das panelas e fornece calor exatamente onde é necessário, como se pode observar na fig. 52.

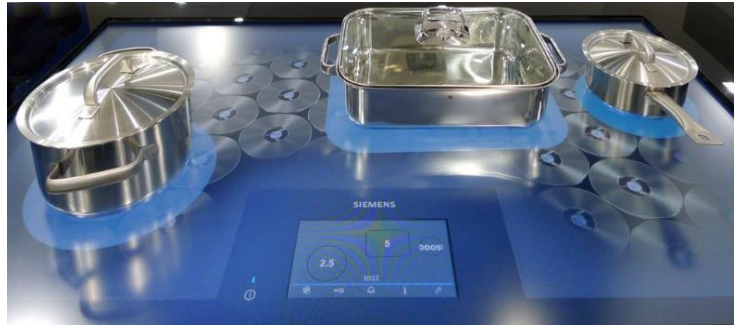


fig. 52 - Fogão de indução *freinduction* da Siemens

Máquina de café La Fenice



fig. 53 - Máquina de café *La Fenice*

A tecnologia de indução também foi recentemente implementada na máquina de café *La Fenice* (fig. 53), sendo esta a primeira máquina de café a adotar a tecnologia de aquecimento indutivo. Esta máquina permite uma poupança de energia de cerca de 80 % comparando com outras máquinas domésticas de café, visto que consegue aumentar rapidamente a temperatura da água.

O sistema de aquecimento por indução é constituído por um tubo de aço e uma bobina de indução, controlada pela placa PCB (placa de circuito impresso) da máquina, que também controla automaticamente a temperatura da água, pressão e taxa de fluxo.

- **Na Cozinha**

Placa de indução com exaustor incorporado da Lufthansa Technik

A *Lufthansa Technik* desenvolveu uma placa de indução com um extrator de fumo/odor, de alimentação trifásica, que inclui um

conjunto de panelas para as cozinhas aéreas. Esta permite a preparação de alimentos frescos de qualidade em pleno voo. Será possível fritar, grelhar e cozer alimentos.



fig. 54 - Placa de indução com exaustor acionado (tampa fecha a frigideira)

Desenvolveram uma tampa (fig. 54) e um sistema de fixação que cobre e prende a frigideira firmemente na posição, durante todas as fases de confeção – mesmo durante as turbulências. Além disso, uma frigideira especial (conjunto que vem incluído) é utilizada com o sistema de segurança integrado, que evita o sobreaquecimento e limita a temperatura máxima de 230°C. Este sistema indutivo foi projetado de modo a atender a todas as exigências das cozinhas modernas das aeronaves.



fig. 55 - Legenda da placa de indução com exaustor acionado (tampa fecha a frigideira)

- **Na Indústria**



fig. 56 - Máquina de aquecimento por indução de rolamentos

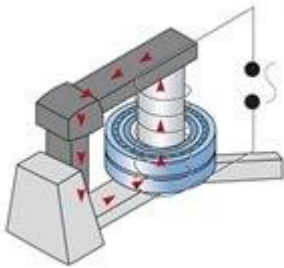


fig. 57 - Esquema de funcionamento da maquina aquecimento de rolamentos

Sistema de aquecimento indutivo para rolamentos (empresa SKF)

Segundo a empresa SKF: “Métodos de montagem incorretos são responsáveis por 16% das falhas prematuras em rolamentos.”

As máquinas de aquecimento dos rolamentos por indução foi um grande avanço tecnológico para diminuir as anomalias criadas pelos meios tradicionais, tais como o uso da chama aberta, banhos de óleo, fornos e chapas quentes. Os sistemas de aquecimento dos rolamentos por indução são mais eficientes, limpos, seguros e fáceis de usar do que os métodos tradicionais.

Processo de ligação – brasagem por indução

A brasagem é um processo de união de materiais metálicos, através da adição de outro material cuja temperatura de fusão é inferior a das partes a serem unidas. A brasagem por indução (fig. 58) é uma tecnologia vantajosa para este processo, relativamente ao tradicional por chama (fig. 59), visto que permite um melhor controlo da temperatura máxima a atingir, de modo a que não se atinja a temperatura de fusão dos materiais a serem unidos.



fig. 59 - Brasagem por chama

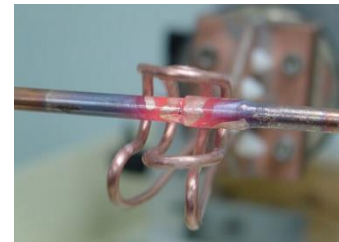


fig. 58 - Brasagem por indução

2.5 Materiais e Revestimentos

2.5.1 Aço Inoxidável

O aço inoxidável divide-se em três grupos: os martensíticos, ferríticos e os austeníticos, sendo o último utilizado para os equipamentos e utensílios de cozinha.

O aço inoxidável austenítico é um material “fácil” de ser conformado a frio, que apresenta uma boa resistência à corrosão, visto ter na sua composição o níquel. Segundo as normas o aço inoxidável austenítico denominado por ANSI 304 é utilizado para os equipamentos das cozinhas industriais e o tipo ANSI 306 é o mais recomendado para o contato direto com os alimentos, ou seja para os utensílios.

Podem ser utilizados outros aços, como por exemplo os ferríticos, desde que estes sejam revestidos.

2.5.2 Revestimentos Antiaderente

Revestimento Teflon



fig. 60 - Frigideira com revestimento
teflon

O revestimento em teflon é muito comum nos equipamentos e utensílios de cozinha (fig. 60), isto porque tem como principal vantagem ser antiaderente, o que permite uma fácil limpeza.

Este revestimento é um polímero designado por politetrafluoretileno (PTFE), que pode ser prejudicial para a saúde quando este não é utilizado da forma correta.

Este tipo de revestimento não é resistente a riscos, por isso não deve ser utilizado utensílios de metal, como colher, garfo ou faca. Na limpeza deste revestimento também devem ter-se alguns cuidados, não utilizando esponjas de aço. Todos os panoramas mencionados anteriormente podem originar o resultado da fig. 61.



fig. 61 - Frigideira com revestimento
teflon danificado



fig. 62 - Frigideira com revestimento
cerâmico

O revestimento que se encontra no estado da fig. 61 pode resultar na corrosão do aço revestido, que por consequência provoca alterações químicas nos alimentos, maliciosos para a saúde.

Revestimento Cerâmico

Este revestimento é um dos mais vantajosos para uma cozinha. É utilizado essencialmente nos utensílios de cozinha como por exemplo as frigideiras (fig. 62). Este material permite que sejam utilizados nele objetos metálicos (faca, colher...), visto ser bastante resistente a riscos, o que não acontece com o caso do teflon, e de fácil limpeza. A desvantagem é ser um material com condutividade térmica baixa, pois implica um aquecimento mais lento, no entanto, quando esta se encontra à temperatura elevada, a transferência de calor para a vizinhança dá-se de uma maneira mais lenta.

2.6 Normas e Legislação em vigor

Para que a proposta esteja enquadrada segundo a legislação portuguesa, existe um conjunto de normas, referentes a toda comunidade europeia, que visam a regulação deste tipo de equipamentos de cozinha industrial, que se referem principalmente ao material de construção da carcaça e de contacto com o alimento, a segurança da componente elétrica do aparelho e do utilizador, as temperaturas máximas a serem atingidas e o procedimento de limpeza deste tipo de equipamentos.

Assim sendo, as fritadeiras elétricas industriais só podem ser comercializadas e utilizadas quando estas cumprem as condições impostas pela norma portuguesa NP EN 60335-2-37 de 2010, de requisitos particulares para as fritadeiras elétricas para uso comercial.

Os óleos de fritura utilizados também devem respeitar uma série de regras, segundo a portaria nº 1135/95, de 15 de Setembro, que estabelece as regras a observar na utilização das gorduras e óleos na preparação e fabrico de géneros alimentícios, em que um dos principais requisitos é a temperatura do óleo não ultrapassar os 180°C. Para que isso aconteça a fritadeira deve conter um aparelho de controlo de temperatura de modo a que não se atinja temperaturas superiores às estipuladas pela lei.

“As prateleiras, mesas, balcões e bancadas das cozinhas e zonas de fabrico devem ser em material liso, resistente, lavável e impermeável, e os talheres e todos os utensílios para a preparação de alimentos devem ser de fácil lavagem e ser mantidos em bom estado de higiene e conservação.”, segundo o ponto nº6 do Artigo 7º da Portaria nº215/2011, publicada no Diário da República a 31 de

Maio de 2011, isto aplica-se também às fritadeiras elétricas e a todos os equipamentos de cozinha industrial.

3 Desenvolvimento da Fritadeira Indutiva

Neste capítulo foram abordados, numa primeira fase, os ensaios do tempo de aquecimento da fritadeira de 4 lts e 7 lts com a tecnologia atualmente utilizada e a de indução, da temperatura ambiente à temperatura de fritura de 180°C, com o objetivo de comparar e a partir daí retirar conclusões.

Após o processo de simulações, iniciou-se a fase de desenvolvimento do produto com o auxílio de ferramentas como o *mind-map*, esboços e prototipagem virtual. Estas ferramentas funcionaram como complemento do projeto para chegar a um resultado satisfatório.

Finalmente foram selecionados os processos de fabrico necessários para a construção do produto.

3.1 Ensaio do comportamento térmico

Um dos objetivos do projeto passou pelo estudo da implementação do sistema indutivo nas fritadeiras elétricas. Neste subcapítulo são apresentados os resultados obtidos dos ensaios.

Na primeira fase dos ensaios foi utilizada uma fritadeira resistiva, de 4 litros da PNH e uma panela de indução, da marca Reis de diâmetro 18 cm, numa placa de indução da Meireles MI 1000 (para panelas com diâmetro compreendido entre 15 – 20 cm), ambos os sistemas de 2000 W de potência. Embora estes sistemas não sejam completamente equivalentes, permitiu observar o tempo de aquecimento até aos 180°C, visto que não foi necessário fazer nenhum investimento.



fig. 63 - Ensaio do aquecimento do óleo na fritadeira de 4 lts da PNH



fig. 64 - Ensaio do aquecimento do óleo na placa de indução Meireles



fig. 65 - Ensaio do aquecimento do óleo na fritadeira de indução 7 lts

De seguida, foi feito um ensaio com a fritadeira resistiva (fig. 63), onde se registou a temperatura no datalogger testo 174H com um sensor de medição de temperatura termopar do tipo K. Este aparelho grava em memória as leituras das temperaturas ao longo do tempo e permite a transmissão dos dados via cabo USB, para avaliação dos dados e documentação no PC através do *software ComSoft Básico*. O termopar foi mergulhado a 2 cm da superfície superior do óleo. O aquecimento do óleo teve uma duração de cerca de 12 minutos, da temperatura ambiente (aproximadamente 15 °C) até aos 180 °C.

Para o ensaio de indução (fig. 64) foi utilizada uma panela com um diâmetro de 18 cm, com capacidade de 4 lts.

Na medição da temperatura foi utilizado uma sonda PT100, mergulhada a 2 cm da superfície superior do óleo, e o Arduino *atmega328* para a recolha dos dados.

A potência estipulada na placa foi de 2000 W, no entanto foi tido em consideração que essa potência só seria consumida se a panela tivesse o diâmetro máximo da placa, ou seja, 20 cm. Visto que a panela tem 18 cm de diâmetro, a potência máxima que esta atinge é de aproximadamente 1800 W, valores confirmados através de um medidor de energia que apresentou o valor de 1803W.

O aquecimento do óleo durou cerca de 15 minutos, da temperatura ambiente (aproximadamente 15 °C) até aos 180 °C.

Visto que o tempo de aquecimento entre os dois sistemas deu uma diferença de 3 min, procedeu-se a novos ensaios. Com esse intuito a PNH investiu numa fritadeira de indução da concorrência de capacidade de 7 lts para que fosse possível realizar testes mais concretos. Portanto na segunda fase os ensaios de 7 lts foram realizados numa fritadeira resistiva da empresa e a respetiva fritadeira de indução comprada, ambas de 3500 W, tendo sido utilizado o

mesmo procedimento e aparelho de medição, para ambos os sistemas, utilizado no ensaio da fritadeira resistiva de 4 lts.

Após os testes concluídos foram obtidos os gráficos de evolução da temperatura, fig. 66, dos dois sistemas de 7 lts.

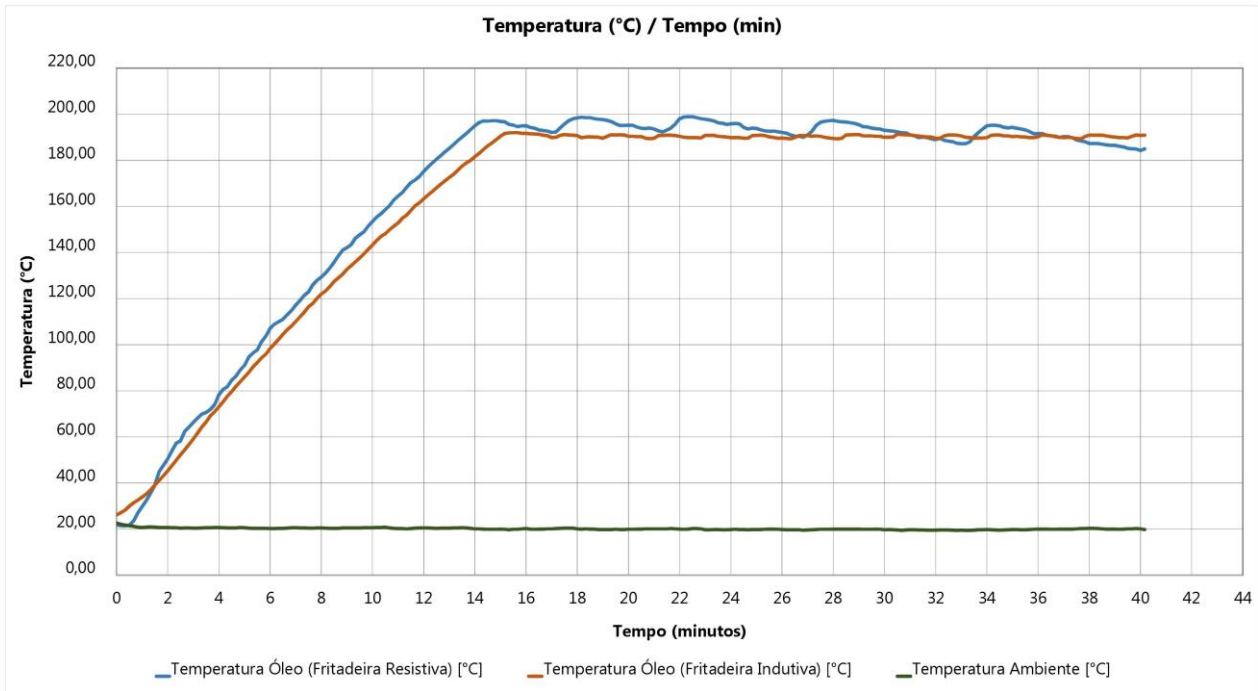


fig. 66 - Gráfico do aquecimento do óleo nas fritadeiras

O tempo de aquecimento da fritadeira de indução foi de 14 min, diferindo 2 min do teste da fritadeira resistiva (12 min). Esta variação de tempo revela-se uma desvantagem, visto que este tipo de equipamento se mantém desligado (na maioria dos casos) e só quando surge um cliente é ligada a fritadeira, demorando assim 14 min para elevar a temperatura a 180°C. Somando o tempo de fritura mais o tempo do empratamento, prolongava ainda mais o tempo de espera do cliente.

3.2 Desenvolvimento de conceito

Após comparação e análise das duas tecnologias, foi elaborado um mind-map, fig. 67, que surgiu com o objetivo de ajudar a organizar ideias, estabelecer relações entre requisitos, elementos constituintes da fritadeira e suas necessidades, definir conceitos e perceber a complexidade e importância dos vários fatores.

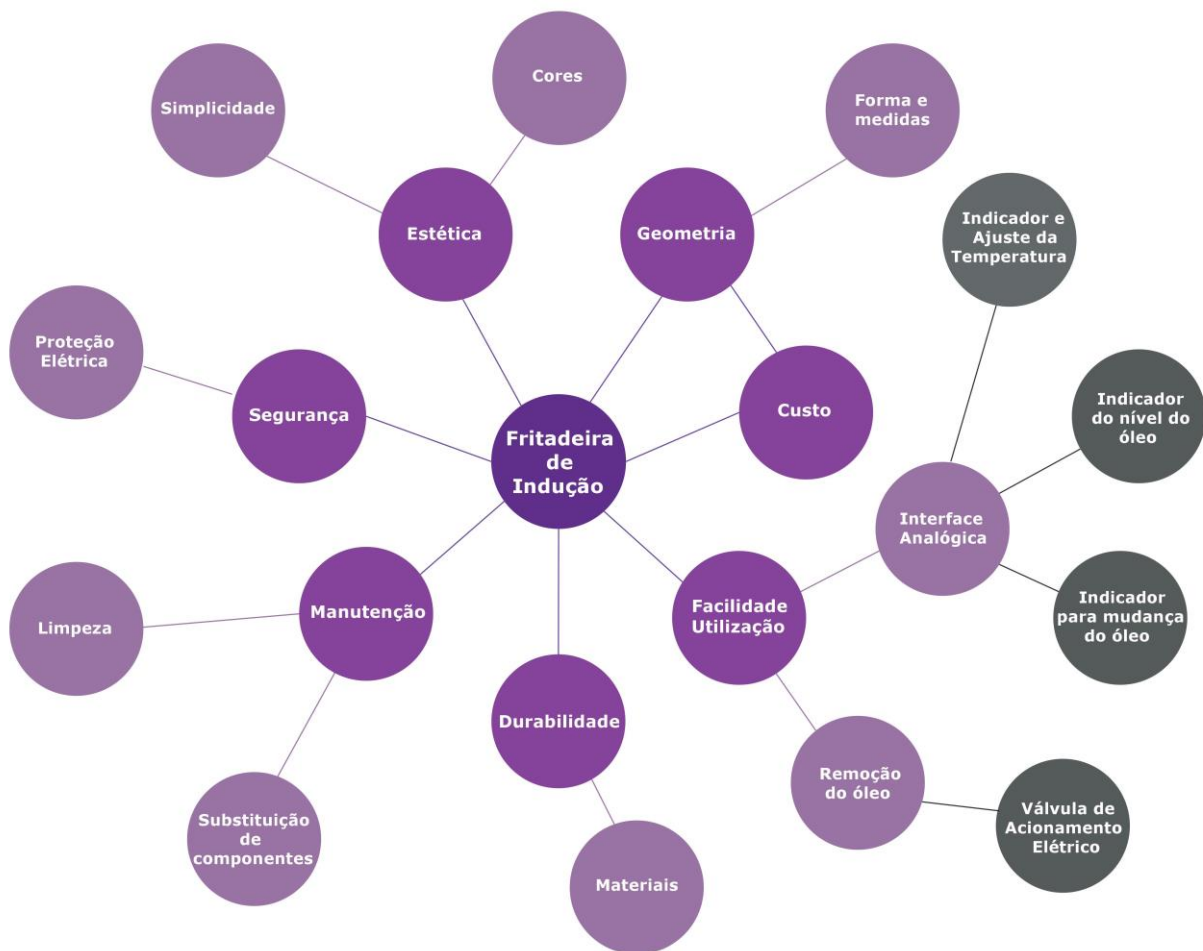


fig. 67 - Mind-map

A vantagem mais evidente da implementação da tecnologia de aquecimento por indução na fritadeira é o simples facto de retirar um elemento dentro da cuba, sendo esta a resistência, simplificando assim a limpeza da fritadeira.

Considerando os testes realizados, o tempo de aquecimento, está próximo da tecnologia da resistência, mas não é uma mais-valia. Para que se torne rentável a tecnologia de indução, é necessário reduzir o tempo de aquecimento, portanto, a solução estudada parte do princípio de aumentar a área da base, ou seja, esse aumento vai permitir uma maior área de contacto de aquecimento, que por sua vez diminui o tempo de aquecimento. Supondo duas cubas com a mesma capacidade em litros, com comprimentos iguais e a largura de uma ser o dobro da outra, como exemplificado na fig. 68, a área de aquecimento em A é menor que em B, devido a largura menor, e a altura do sensor P mais baixa em B, com a mesma potência de indução em ambas as cubas, a que atinge a temperatura de fritura mais rápido é a cuba B, porque esta tem uma maior área de aquecimento.

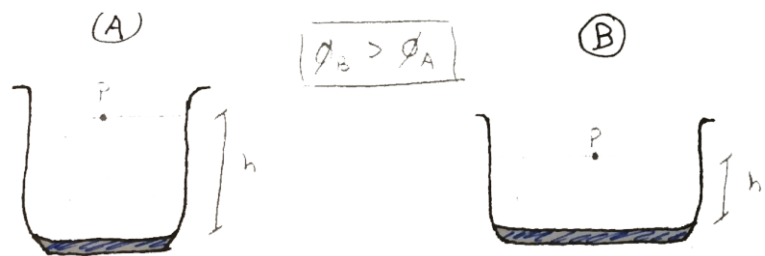


fig. 68 - Ilustração em corte de duas cubas de diferentes larguras

O aumento da potência na fase de pré-aquecimento, da temperatura ambiente até à temperatura de fritura, é outra solução a ter em conta, reduzindo assim o tempo de aquecimento na fase inicial.

Posteriormente à elaboração do mind-map surgiram as primeiras ideias para a construção da fritadeira, tais como a construção da cuba, a disposição da interface e a geometria. Portanto o processo iniciou-se

pelo desenho a mão livre de esboços do que seria a geometria pretendida e de aspetos importantes para o funcionamento da fritadeira indutiva (fig. 69).

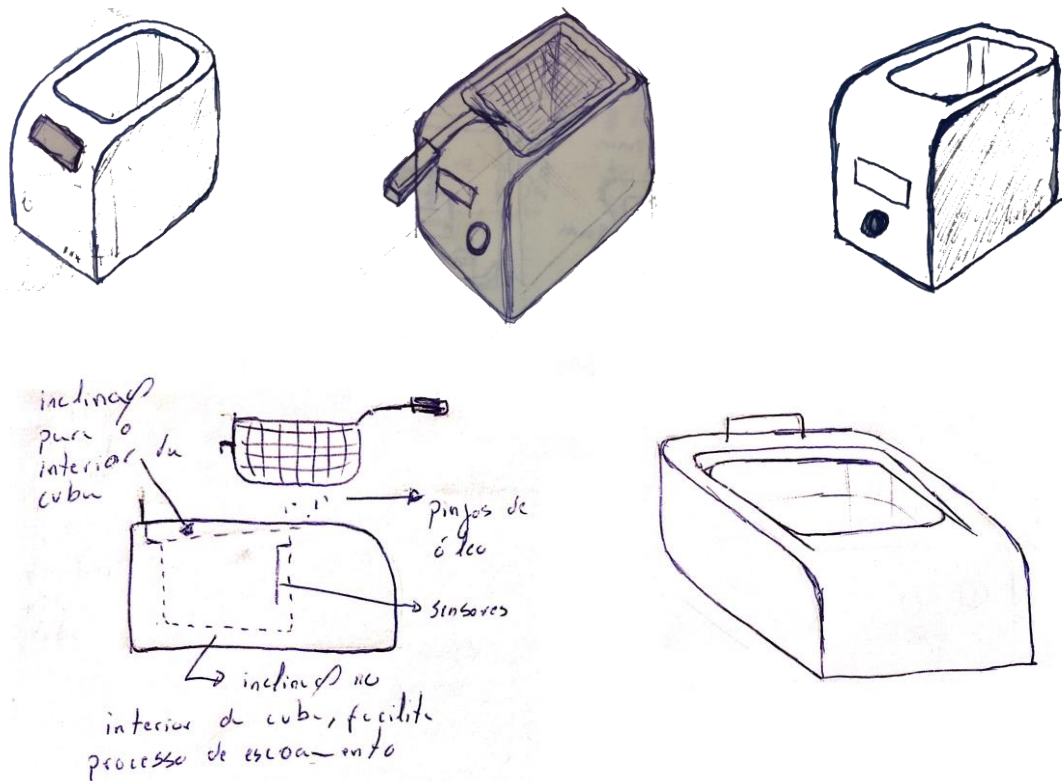


fig. 69 - Esboços da fritadeira

Nesta etapa de processo explorou-se também alguns detalhes como a inclinação da parte superior, que tem como objetivo escorrer as gotículas do óleo derramado na zona superior da fritadeira que resulta da retirada do cesto da cuba, para a respetiva. Também a questão da colocação do painel de comandos na parte frontal da fritadeira que teve como objetivo evitar possíveis queimaduras por salpicos ao utilizador, quando este pretende aceder ao painel para alteração do ajuste da temperatura.

3.3 Descrição técnica da solução encontrada

Após a elaboração de esquiços, foi efetuada a construção da fritadeira com o auxílio da ferramenta de modelação tridimensional em *Soldworks* (fig. 70).

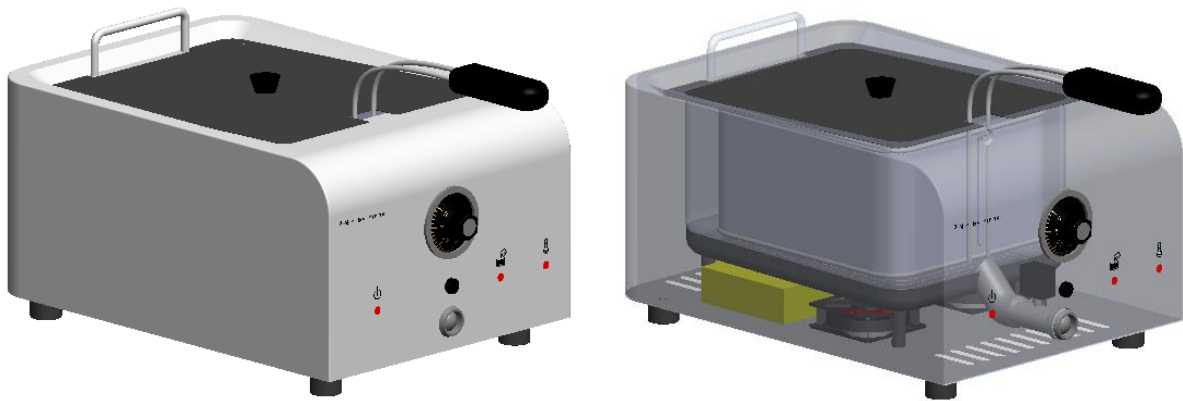


fig. 70 - Modelação 3D da fritadeira concebida

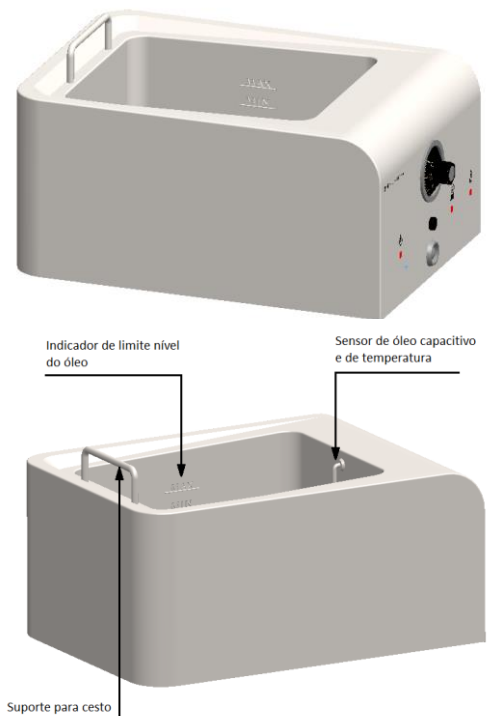


fig. 71 - Estrutura da fritadeira

A fritadeira está dividida em 2 partes principais, sendo a carcaça e a base.

Na estrutura, fig. 71, são colocados o reóstato, os leds indicadores (on/off, mudança e nível de óleo, temperatura), os sensores que estão localizados no interior da cuba e a válvula elétrica seguida de uma válvula antirretorno.

A base, fig. 72, possui vários componentes eletrónicos, como a placa de eletrónica de potência, placa controladora dos sensores, a bobina e os ventiladores.

O controlo da temperatura do óleo no interior da cuba da fritadeira é feita através de um reóstato, e para que o utilizador saiba quando o óleo atinge a temperatura estipulada por ele, esta acende um led de

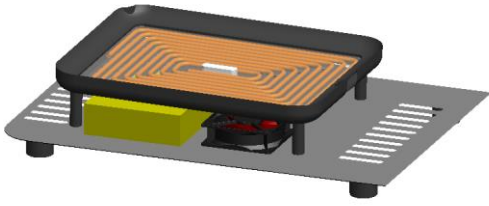


fig. 72 - Base da fritadeira com a componente eletrónica

indicação no painel frontal por consequência da medição obtida do sensor de temperatura.

Algumas cozinhas possuem um aparelho de medição do grau de degradação do óleo de fritura. Entretanto na maioria dos casos, a degradação do óleo de fritura é avaliada com base na inspeção visual, ou seja, com base no odor, mudanças de cor e o gosto dos produtos alimentares fritos. No entanto, esses métodos não são confiáveis, porque esses parâmetros podem manifestarem-se apenas quando o óleo já se torna inseguro. Para evitar esse problema, é adicionado à fritadeira um sensor de óleo capacitivo que irá permitir medir o grau de degradação do óleo e alertar o utilizador através da ligação de um led do painel frontal, tornando assim um elemento fundamental para a utilização do dia-a-dia da fritadeira.

A figura seguinte representa o painel frontal da fritadeira.

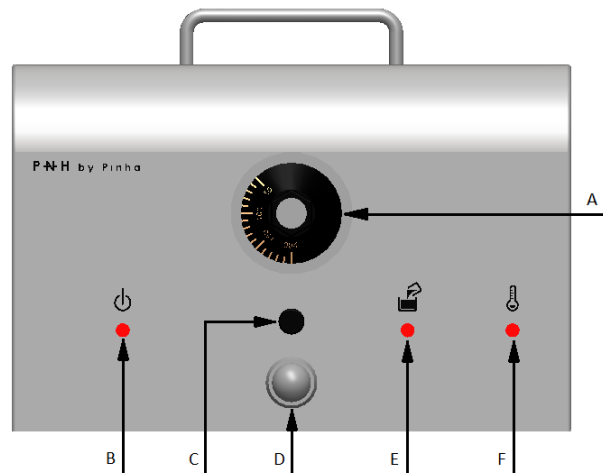


fig. 73 - Painel frontal da fritadeira

Legenda da fig. 73:

- A – Reóstato
- B – Led indicador on/off
- C – Botão de acionamento de abertura de válvula para escoamento do óleo
- D – Bocal de saída do óleo

E – Led indicador para substituição do óleo

F – Led indicador da temperatura estipulada atingida

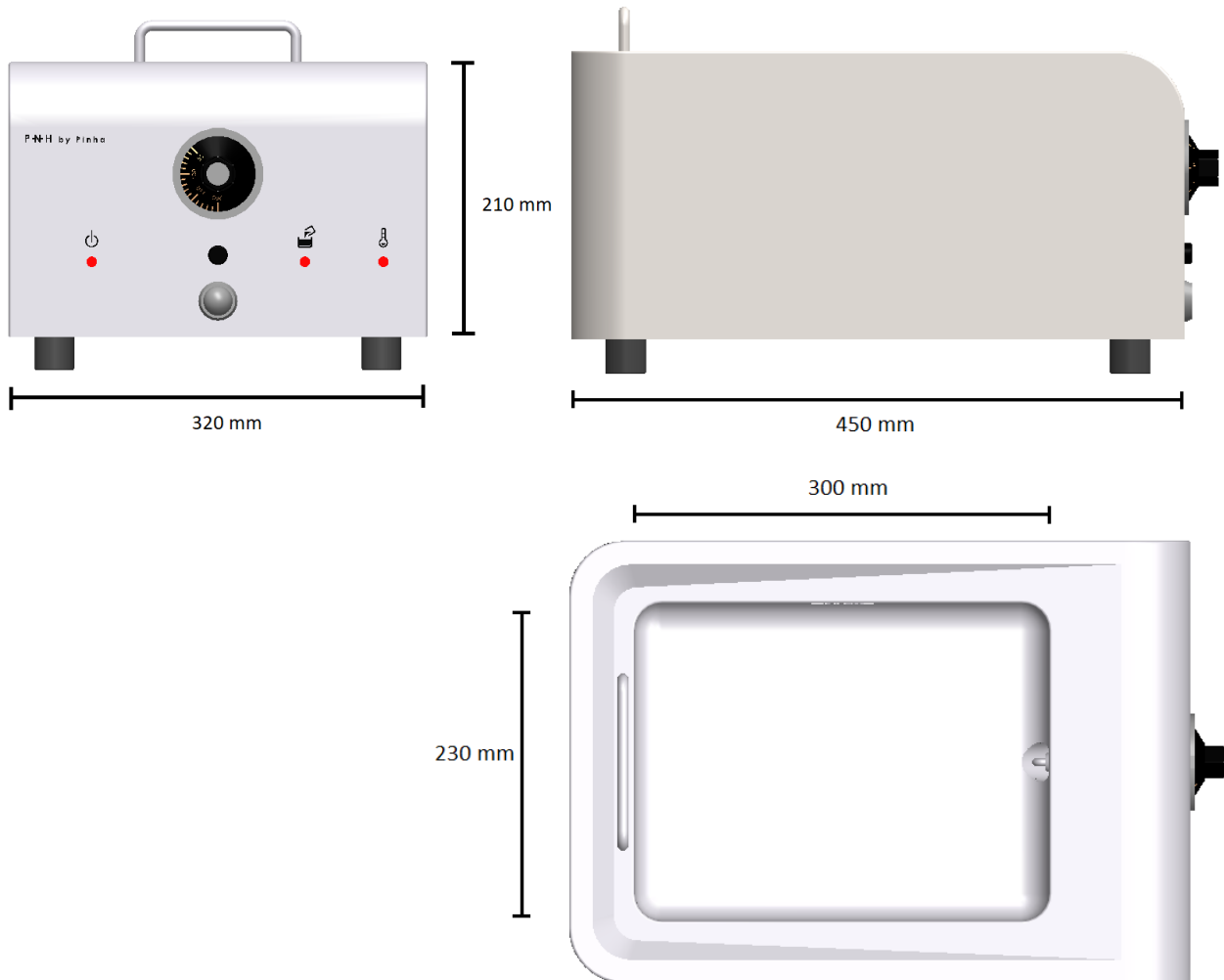


fig. 74 - Dimensões gerais da fritadeira indutiva

3.4 Seleção de Materiais e Processos de fabrico



fig. 75 - Estrutura superior e frontal da fritadeira (peça 1)

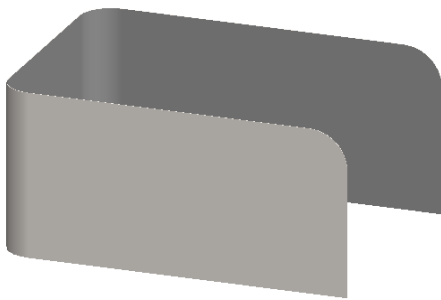


fig. 76 - Estrutura lateral e traseira da fritadeira (peça 2)

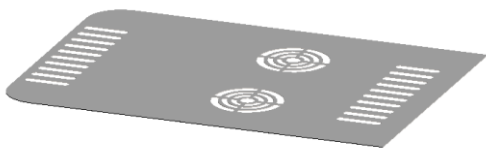


fig. 77 - Base da fritadeira

Numa primeira fase as chapas são submetidas ao processo de corte na quilhotina. De seguida é efetuado o corte por punção das zonas destinadas aos comandos e à entrada e saída de ar da base do objeto. Após os processos de corte, segue-se a quinagem das laterais da peça 1 e 2, fig. 75 e fig. 76.

A peça 1 é submetida ao processo de estampagem para criar a inclinação da parte superior da fritadeira.

Depois é efetuado o arredondamento da peça 1 e 2 através do processo de deformação por dobramento, por via de um punção e uma matriz. Após esse processo é realizada a soldadura, TIG, do suporte e da cuba à estrutura da peça 1, seguindo-se ao lixamento e polimento da zona soldada. Posteriormente a parte 1 é sujeita ao processo de revestimento decorativo por PVD (Physical Vapor Deposition), que consiste num revestimento cerâmico fino de elevada resistência, processo esse não disponível na empresa, enquanto que a peça 2 é revestida por pintura.

Depois é efetuada a união da peça 1 e 2 através do processo de soldadura por pontos.

Por último é realizado a montagem dos componentes da fritadeira e submetida a testes funcionais.

3.5 Apresentação do protótipo virtual

A proposta final é o resultado de todo o processo projetual desenvolvido. Iniciando com o enquadramento do mundo da cozinha nas diferentes culturas e estabelecimentos, passando pelo estudo da tecnologia de indução e respetivos testes, permitiram o desenvolvimento de uma fritadeira indutiva.

Com a conclusão dos testes efetuados e a fase de esboços, o passo seguinte passa pela modelação tridimensional do objeto, tendo como objetivo a perceção da morfologia da fritadeira indutiva.



fig. 78 - Representação tridimensional da proposta final, perspetiva frontal e traseira



fig. 79 - Representação tridimensional da proposta final, perspetiva frontal e traseira dos constituintes da fritadeira



fig. 80 - Representação da vista frontal do funcionamento do painel, ligado, falta de nível de óleo e por ultimo temperatura atingida



fig. 81 - Possibilidade de combinações de cores



fig. 82 - Enquadramento da proposta em contexto de cozinha

4 Conclusões e desenvolvimentos futuros

Este projeto teve como principal objetivo a implementação da tecnologia de indução na fritadeira industrial. Realizado parcialmente na empresa PNH, este permitiu a aquisição de conhecimentos no âmbito da construção dos produtos e funcionamento dos mesmos, principalmente na fritadeira industrial.

Foram abordadas áreas científicas distintas, como a tecnologia presente no mundo da cozinha e a indústria da indução eletromagnética, tendo essas observações contribuído de forma decisiva para a proposta final.

Ainda que esse estudo teórico tenha sido uma base fundamental, o projeto teve que atravessar várias fases de ajuste. A fase de ensaios entre as tecnologias (fritadeira resistiva e indutiva) foram essenciais para o avanço do projeto, visto os resultados obtidos permitiram propor soluções para a implementação do sistema de indução na fritadeira industrial.

Identificam-se como desenvolvimento futuros da fritadeira indutiva, a validação junto do mercado como o estudo técnico do funcionamento elétrico, otimizando a forma e características com vista a sua maior eficiência. A implementação prática da solução proposta da tecnologia de indução, a escolha dos modelos de sensores e os testes necessários de modo a cumprir com todos os requisitos das normas, que contribuirão para a viabilização comercial do produto.

Referência Bibliográficas

APHORT - Código de boas práticas de higiene e segurança alimentar // aplicação dos princípios de haccp para a hotelaria e restauração (2004). Disponível em:
http://www.aphort.com/img_upload/manual%20praticas.pdf

DECO - Bem frito sem risco (2013). Disponível em:
www.deco.proteste.pt

DECO - Escolha estaladiça (2016). Disponível em:
www.deco.proteste.pt

DIEZ-GARCIA, R. W.; CASTRO, I. R. R. - A culinária como objeto de estudo e de intervenção no campo da Alimentação e Nutrição (2011). Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csc/v16n1/v16n1a13.pdf>

IRESTAL GROUP - Fichas técnicas do aço inoxidável. Disponível em:
<http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/EME733/Semin%C3%A1rios%20Inox/Ficha%20t%C3%A9cnica%20a%C3%A7os%20inoxid%C3%A1veis.pdf>

LA FENICE - Maquina de café. Disponível em:
<http://www.lafenicemilano.com/>

LOVE LOW FAT - Ceramics vs Teflon. Disponível em:
<http://www.lovelowfat.com/ceramic-vs-teflon/>

LUFTHANSA TECHNIK - Placa de indução com exaustor incorporado.

Disponível em:

https://www.lufthansa-technik.com/press-releases-content/-/asset_publisher/9Mf5/content/press-release-aix-inductive-cooking/10165

MARTINS, M.N. (2004) - Princípios físicos da estimulação magnética transcraniana. Disponível em:

<http://www.scielo.br/pdf/rpc/v31n5/22839.pdf>

MORELAND, W.C. (1973) - The Induction Range: Its Performance and Its Development Problems.

SIEMMENS - Placa de indução freeInduction. Disponível em:

<http://www.siemens-home.bsh-group.com/pt/freeinduction>

<https://www.stylepark.com/en/news/take-the-effort-out-of-cooking>

SKF - Sistema de aquecimento indutivo por indução para rolamentos.

Disponível em:

http://www.skf.com/binary/149-163650/03000_PTBR.pdf

<http://www.skf.com/pt/index.html>

Índice de imagens

fig. 1 - Fritadeira elétrica dupla 10 lts.....	2
fig. 2 - Torradeira da PNH.....	2
fig. 3 - Aquecedor de pacote da PNH.....	2
fig. 4 - Termo de leite da PNH.....	2
fig. 5 - Lavatório da PNH.....	3
fig. 6 - Bancada com lavatório da PNH.....	3
fig. 7 - Grelhador a gás (preto) da PNH.....	3
fig. 8 - Grelhador a gás (dourado) da PNH.....	3
fig. 9 - Processo de corte por guilhotina.....	4
fig. 10 - Peças resultantes da estampagem.....	4
fig. 11 - Estambagem.....	4
fig. 12 - Quinagem.....	4
fig. 13 - Calandragem.....	5
fig. 14 - Soldadura TIG.....	5
fig. 15 - Soldadura por pontos.....	5
fig. 16 - Cesto de bambu.....	7
fig. 17 - Panela com coador em aço inox da Kitchen Craft.....	7
fig. 18 - Fluxograma do percurso.....	10
fig. 19 - Cozinha de uma vending cart.....	10
fig. 20 - Copa limpa e suja de uma cozinha vending cart.....	10
fig. 21 - Cozinha de um Bar.....	11
fig. 22 - Cozinha de uma Cantina.....	11
fig. 23 - Cozinha de um restaurante.....	11
fig. 24 - Cozinha de um Hotel.....	12
fig. 25 - Fritadeira elétrica de 10 lts.....	13
fig. 26 - Partes constituintes da fritadeira elétrica.....	13
fig. 27 - Textura da batata na fritadeira a ar no lado esquerdo e submersa em óleo na direita.....	13
fig. 28 - Esquema em corte da fritadeira com resíduos acumulados.....	14
fig. 29 - Resistência elétrica com resíduos de óleo nos terminais.....	14
fig. 30 - Fritadeira elétrica com óleo e água.....	15
fig. 31 - Esquema em corte da fritadeira a óleo com água com resíduos.....	15
fig. 32 - Movimento da correntes de convecção natural.....	16

fig. 33 - Fritadeira elétrica da Fiamma.....	18
fig. 34 - Fritadeira elétrica de 8 lts da Fiamma	18
fig. 35 - Prensador elétrico da Fiamma	19
fig. 36 - Grelhador modelar a gás da Meirelles	20
fig. 37 - Fogão modelar a gás da Meirelles.....	20
fig. 38 - Fritadeira dupla modelar a gás da Meirelles	20
fig. 39 - Fritadeira elétrica de 13 lts da Berto's	21
fig. 40 - Presador eletrico da Berto's	21
fig. 41 - Salamandra elétrica da Berto's	22
fig. 42 - Gama 600 modular da Fagor	23
fig. 43 - Fritadeira elétrica 4 lts da Bartscher	24
fig. 44 - Fritadeira elétrica de 8 lts da Bartscher	24
fig. 45 - Fritadeira elétrica 9,7 lts da Bartscher	25
fig. 46 - Fritadeira elétrica dupla 10 lts modelar da Bartscher	25
fig. 47 - Fritadeira a gás de 8 lts modelar da Bartscher	25
fig. 48 - Fritadeira elétrica de 8 lts da Royal	26
fig. 49 - Fritadeira de indução de 8 lts da Royal	26
fig. 50 - Anel de ferro com enrolamentos de fio de cobre, A e B (MARTINS, ...	27
fig. 51 - Esquema do princípio de funcionamento do aquecimento por indução (MORELAND, 1973)	28
fig. 52 - Fogão de indução freeinduction da Siemens	30
fig. 53 - Máquina de café La Fenice	30
fig. 54 - Placa de indução com exaustor acionado (tampa fecha a frigideira)..	31
fig. 55 - Legenda da placa de indução com exaustor acionado (tampa fecha a frigideira).....	31
fig. 56 - Máquina de aquecimento por	32
fig. 57 - Esquema de funcionamento da maquina aquecimento de rolamentos	32
fig. 58 - Brasagem por indução.....	32
fig. 59 - Brasagem por chama	32
fig. 60 - Frigideira com revestimento teflon	33
fig. 61 - Frigideira com revestimento teflon danificado	34
fig. 62 - Frigideira com revestimento cerâmico.....	34
fig. 63 - Ensaio do aquecimento do óleo na fritadeira de 4 lts da PNH.....	38
fig. 64 - Ensaio do aquecimento do óleo na placa de indução Meireles	38

fig. 65 - Ensaio do aquecimento do óleo na fritadeira de indução 7 lts.....	38
fig. 66 - Gráfico do aquecimento do óleo nas fritadeiras	39
fig. 67 - Mind-map	40
fig. 68 - Ilustração em corte de duas cubas de diferentes larguras.....	41
fig. 69 - Esquços da fritadeira	42
fig. 70 - Modelação 3D da fritadeira concebida	43
fig. 71 - Estrutura da fritadeira	43
fig. 72 - Base da fritadeira com a componente eletrónica	44
fig. 73 - Painel frontal da fritadeira	44
fig. 74 - Dimensões gerais da fritadeira indutiva.....	45
fig. 75 - Estrutura superior e frontal da fritadeira (peça 1)	47
fig. 76 - Estrutura lateral e traseira da fritadeira (peça 2)	47
fig. 77 - Base da fritadeira	47
fig. 78 - Representação tridimensional da proposta final, perspetiva frontal e traseira	48
fig. 79 - Representação tridimensional da proposta final, perspetiva frontal e traseira dos constituintes da fritadeira	49
fig. 80 - Representação da vista frontal do funcionamento do painel, ligado, falta de nível de óleo e por ultimo temperatura atingida	50
fig. 81 - Possibilidade de combinações de cores	51
fig. 82 - Enquadramento da proposta em contexto de cozinha	52