

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

PROJETO CONCEITUAL DE EQUIPAMENTO PARA LIMPEZA DE PANEIS INDUSTRIAIS

por

Marcus Vinícius de Negri Juchem

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Mecânica da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Engenheiro Mecânico.

Porto Alegre, junho de 2015.



Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Escola de Engenharia  
Departamento de Engenharia Mecânica

PROJETO CONCEITUAL DE EQUIPAMENTO PARA LIMPEZA DE PAINÉIS INDUSTRIAIS

por

Marcus Vinícius de Negri Juchem

ESTA MONOGRAFIA FOI JULGADA ADEQUADA COMO PARTE DOS  
REQUISITOS PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE  
**ENGENHEIRO MECÂNICO**  
APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELA BANCA EXAMINADORA DO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Thamy Cristina Hayashi  
Coordenadora do Curso de Engenharia Mecânica

Área de Concentração: **Projeto e Fabricação**

Orientador: Prof. Dr. Joyson Luiz Pacheco

Comissão de Avaliação:

Prof. Darci Barnech Campani

Prof. Mario Roland Sobczyk Sobrinho

Prof. Patric Daniel Neis

Porto Alegre, Junho de 2015.

JUCHEM, M.V. de N. **PROJETO CONCEITUAL DE EQUIPAMENTO PARA LIMPEZA DE PANEAS INDUSTRIAIS**. 2015. 15 folhas. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso em Engenharia Mecânica) – Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

## **RESUMO**

A limpeza das panelas industriais é executada diariamente de forma manual e exige grande esforço físico por parte dos funcionários responsáveis por esta função, uma vez que alimentos nelas preparados deixam resíduos de difícil remoção por toda a superfície interna da panela. Outro agravante é o posicionamento da panela, que está fixada no chão a uma altura que força o funcionário a ficar em uma posição ergonomicamente prejudicial a sua saúde durante a limpeza. Além disso, a completa limpeza e posterior higienização de cada panela dura, em média, 50 minutos. Portanto, o objetivo deste trabalho é o desenvolvimento do projeto conceitual de um equipamento capaz de limpar panelas industriais de grande porte. A metodologia de projeto baseia-se no Desdobramento da Função Qualidade (QFD) na Gestão de Desenvolvimento de Produtos. O equipamento, que foi projetado de acordo com as normas e legislação vigentes para equipamentos voltados à produção de alimentos, reduz o tempo de limpeza e o esforço físico por parte do funcionário quando comparado ao procedimento atual.

**PALAVRAS-CHAVE:** Projeto conceitual, equipamento de limpeza, panelas industriais.

JUCHEM, M.V. de N. **CONCEPTUAL DESIGN EQUIPMENT FOR CLEANING INDUSTRIAL COOKING POTS**. 2015. 15 folhas. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso em Engenharia Mecânica) – Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

## **ABSTRACT**

The cleaning of industrial cooking pots is performed daily and manually and requires great physical effort on the part of the personnel responsible for this function, since food prepared in them leave residues of hard-removal upon the internal surface of the cooking pot. Another problem is the positioning of the cooking pot, which is fixed into the ground at a height that forces the employee to stay in a position ergonomically harmful to his health during the cleaning. Moreover, the complete cleaning and subsequent hygienization of each cooking pot lasts, on average, 50 minutes. Therefore, the goal of this work is the development of the conceptual design of an equipment capable of cleaning large industrial cooking pots. The design methodology is based on the Quality Function Deployment (QFD) in the Product Development Management. The equipment, which was designed according to the current standards and legislation for equipment designed for food production, reduces cleaning time and physical effort by the employee when compared to the current procedure.

**KEYWORDS:** Conceptual design, cleaning equipment, industrial cooking pots.

## ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVOS .....	1
3. PROJETO INFORMACIONAL .....	1
3.1. Identificação do problema .....	1
3.2. Avaliação dos usuários .....	3
3.3. Busca de normas e legislação .....	3
3.4. Atributos desejáveis .....	3
4. PROJETO CONCEITUAL .....	4
4.1. Estado da técnica .....	4
4.1.1. Produtos existentes no mercado .....	4
4.1.2. Pesquisa de patentes .....	5
4.2. Geração de conceitos .....	5
4.2.1. Funções e subfunções do equipamento .....	5
4.2.1.1. Limpeza de superfície sólida .....	5
4.2.1.2. Aquecimento da água .....	6
4.2.2. Configurações possíveis .....	7
4.2.2.1. Material abrasivo para a limpeza .....	7
4.2.2.2. Suporte do material abrasivo .....	7
4.2.2.3. Material de construção dos braços .....	8
4.2.2.4. Movimentação dos braços .....	8
4.3. Seleção do conceito .....	9
4.4. Detalhamento do conceito .....	9
4.4.1. Unidade externa .....	9
4.4.1.1. Carcaça e princípios de funcionamento .....	9
4.4.1.2. Interface com o usuário .....	10
4.4.1.3. Rodas e encaixes rápidos das mangueiras .....	10
4.4.2. Unidade interna .....	10
4.4.2.1. Cilindro central .....	10
4.4.2.2. Braços .....	11
4.4.2.3. Tampa .....	12
4.4.2.4. Motor elétrico .....	13
4.4.2.5. Montagem final da unidade interna .....	14
4.5. Sequência operacional .....	14
5. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO .....	14
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	15

## **1. INTRODUÇÃO**

A alta demanda de produção de alimentos em cozinhas industriais requer a utilização de painéis de grande porte. No Restaurante Universitário da UFRGS, por exemplo, as painéis têm como dimensões internas um diâmetro de 97 cm e altura na parte mais funda de 42 cm, o que resulta em um volume interno de aproximadamente 300 litros. Em contrapartida, as grandes proporções destas painéis dificultam a sua limpeza e higienização. O trabalho é executado diariamente de forma manual e exige grande esforço físico por parte dos funcionários responsáveis pela função, uma vez que, muitos alimentos ali preparados deixam resíduos de difícil remoção por toda a superfície interna da painel. Outro agravante é o posicionamento da painel, que está fixada no chão a uma altura que força o funcionário a ficar em uma posição ergonomicamente prejudicial a sua saúde no momento da limpeza.

O Ministério do Trabalho, por meio da Norma Regulamentadora (NR) 17, estabelece parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar o máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente. Já a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), estipula Procedimentos Operacionais Padronizados (POP) para a limpeza e higienização de equipamentos e utensílios utilizados em estabelecimentos produtores de alimento.

A metodologia de projeto baseia-se no Desdobramento da Função Qualidade (QFD) na Gestão de Desenvolvimento de Produtos. Como o produto é desenvolvido para um segmento bem específico do mercado, este será comercializado somente por encomenda. A ideia é que ele seja produzido por empresas que tenham este equipamento como opcional ao seu produto principal, como por exemplo, uma empresa que fabrique máquinas de lava jato e ofereça no seu catálogo o Equipamento de Limpador de Painéis Industriais aos clientes interessados.

## **2. OBJETIVOS**

Desenvolver o projeto conceitual de um equipamento capaz de realizar a limpeza de painéis industriais de grande porte. O equipamento deve ser produzido de acordo com as normas e legislação vigentes para equipamentos voltados para a produção de alimentos. A limpeza das painéis deve ser feita de maneira mais rápida que a atual e que exija pouco esforço físico por parte do funcionário.

## **3. PROJETO INFORMACIONAL**

Nesta etapa, identifica-se o problema a ser resolvido e qual o público alvo que obterá benefícios com o produto a ser desenvolvido. Com os dados coletados a partir de entrevistas com os funcionários responsáveis pela limpeza das painéis, possibilita-se a identificação e definição dos principais atributos desejáveis, ou seja, quais as características essenciais necessárias ao produto, visando o atendimento do mercado em termos legais, funcionais e econômicos. Como descrito anteriormente, o produto deve estar de acordo com as normas técnicas e legislação vigente no país para poder ser comercializado.

### **3.1. Identificação do problema**

A principal dificuldade encontrada na execução dos procedimentos de limpeza das painéis industriais encontra-se no fato das mesmas serem fixadas ao chão. Isso condiciona os funcionários a adotarem uma posição extremamente prejudicial à coluna vertebral para realização da limpeza.

Após a cocção, as laterais, o fundo e a tampa da panela ficam sujos com resquícios do alimento ali preparado. Dependendo do que foi cozido, e do intervalo de tempo entre a retirada do alimento e a lavagem da panela, forma-se uma camada de resíduos de difícil remoção. Devido à complexidade do processo de lavagem, os funcionários designados para a execução da tarefa, acabam empreendendo, de maneira repetitiva, muito esforço físico. Com isso, tendem a desenvolver, com o tempo, uma doença ocupacional por esforço repetitivo. A Lesão por Esforço Repetitivo (LER), como é conhecida, consiste em uma síndrome de dor com queixa de grande incapacidade funcional, causada primariamente por tarefas que requerem movimentos locais repetitivos ou posturas forçadas.

Outro ponto a se destacar é a questão do tempo, a completa limpeza, e posterior higienização de cada panela leva em média 50 minutos. Considerando que, por exemplo, no Restaurante Universitário campus saúde da UFRGS (RU2) tem-se três panelas de iguais dimensões, o tempo gasto neste serviço é muito elevado.



Figura 3.1: Panela do Restaurante Universitário da UFRGS.

### 3.2. Avaliação dos usuários

O produto é desenvolvido principalmente para hospitais e restaurantes que sirvam uma grande quantidade de refeições por dia, e para isso utilizam painéis de grandes proporções. Os usuários, que no caso são os funcionários responsáveis pela limpeza e higienização da cozinha, são homens e mulheres que possuem normalmente um baixo nível de treinamento.

### 3.3. Busca de normas e legislação

Na busca por normas e legislação, foi dada ênfase na procura por assuntos ligados a utensílios e equipamentos em contato com a produção de alimento, segurança na utilização de equipamentos elétricos e ergonomia.

- NR 12 - Máquinas e Equipamentos.
- NR 17 - Ergonomia.
- ABNT NBR ISO 14159:2010. Trata da segurança e requisitos de higiene para o projeto das máquinas.
- INMETRO - Portaria n.º 398, de 31 de julho de 2012. Regulamento Técnico da Qualidade para Painéis Metálicos.
- Ministério da Saúde - Portaria nº 1428, de 26 de novembro de 1993. Diretrizes para o Estabelecimento de Boas Práticas de Produção e de Prestação de Serviços na Área de Alimentos.
- ANVISA - Resolução RDC Nº 275, de 21 de outubro de 2002. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos.
- ANVISA - Resolução RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004. Dispõe sobre Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação.
- ANVISA - Resolução RDC nº 20, de 22 de março de 2007. Regulamento Técnico sobre Disposições para Embalagens, Revestimentos, Utensílios, Tampas e Equipamentos Metálicos em Contato com Alimentos.

### 3.4. Atributos desejáveis

Conforme o problema proposto e a partir dos dados coletados por entrevistas com os usuários, deseja-se um equipamento com as seguintes características:

- Prático ao transportar;
- Resistente ao transporte;
- Fácil de usar/utilização intuitiva;
- Fácil de limpar (o próprio equipamento);
- Baixo esforço físico por parte do operador;
- Alto rendimento;
- Baixo custo.

## 4. PROJETO CONCEITUAL

### 4.1. Estado da técnica

#### 4.1.1. Produtos existentes no mercado

- Máquina de lavar carro: são grandes equipamentos normalmente utilizados em postos de combustível e em garagens de empresas de ônibus para a limpeza de veículos. Funcionam com grandes rolos que ao mesmo tempo em que giram em torno de seu próprio eixo, entram em contato com a superfície do veículo e efetuam a limpeza com o auxílio de água e sabão, como pode ser visto na Figura 4.1.

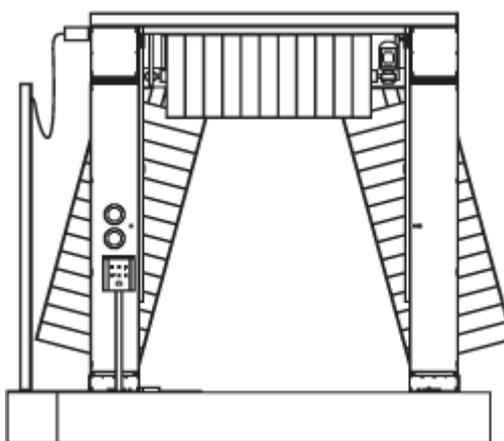


Figura 4.1: Esquema de uma máquina de lavar carro (Grupo Tecnoserv, 2015).

- Máquina lava jato: funcionam através de um compressor que aumenta a pressão da água e direciona a vazão para uma pistola que é controlada pelo usuário, conforme Figura 4.2. O nível de pressão que pode ser atingido depende basicamente da potência do equipamento, que varia normalmente em modelos comerciais de 1300W a 3000W.



Figura 4.2: Exemplo de máquina lava jato (Karcher, 2015).

### 4.1.2. Pesquisa de patentes

Foi utilizado o site de pesquisa do INPI (Instituto Nacional de Propriedade Industrial), para pesquisar, através da utilização de palavras chave, por patentes existentes e que de alguma maneira se relacionem com o produto desenvolvido. As palavras chave utilizadas foram as seguintes: limpeza de panelas, higienizador de panelas e panelas industriais.

Com esta pesquisa foi encontrada a Patente de número PI 9605198-1 - APARELHO ELÉTRICO MANUAL PARA LIMPEZA DE PANELAS E DEMAIS UTENSÍLIOS DE COZINHA, cuja invenção trata de um eletrodoméstico manual, portátil com a função de acelerar e melhorar a limpeza de panelas e demais utensílios de cozinha. O aparelho visto na Figura 4.3, é recomendado apenas para uso doméstico e em pequenas panelas.

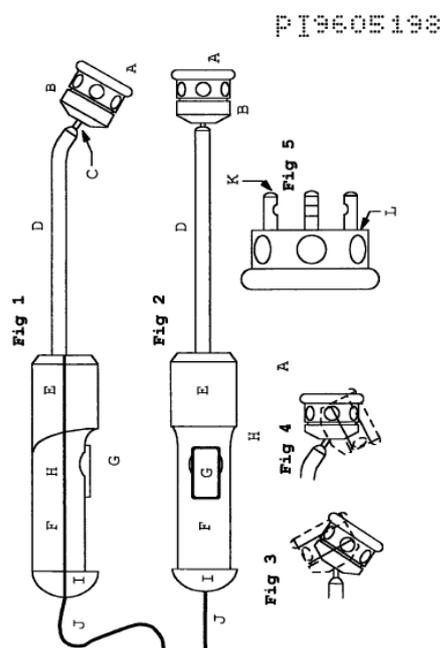


Figura 4.3: Patente de Invenção nº 9605198-1.

## 4.2. Geração de conceitos

### 4.2.1. Funções e subfunções do equipamento

A principal função do equipamento é a de limpar o interior da panela e tal função pode ser dividida em duas principais subfunções, limpeza de superfície sólida e aquecimento da água.

#### 4.2.1.1. Limpeza de superfície sólida

O site *function.creax.com* lista algumas possibilidades para a limpeza de superfícies sólidas. As mais relevantes para este trabalho são citadas a seguir:

- **Ação iônica:** a ação iônica ocorre quando íons carregados positiva e negativamente são atraídos uns pelos outros. As escovas de dente iônicas, por exemplo, funcionam invertendo momentaneamente a polaridade do dente de negativo para positivo e assim repelindo a placa bacteriana, que tem polaridade positiva, e a atraindo para as cerdas da escova.
- **Ação mecânica/Fricção:** consiste num processo onde a superfície de um objeto é friccionada sobre outro, de modo a remover a camada de sujeira, mas sem danificar a superfície do material a ser limpo.
- **Vibração acústica:** são vibrações produzidas por fontes sonoras. Como exemplo, a vibração acústica é utilizada por alguns dentistas para a retirada da placa bacteriana localizada entre os dentes.
- **Cavitação acústica:** a cavitação acústica é um processo um pouco mais complexo que os citados anteriormente, ela consiste em ciclos de compressão e expansão de ondas ultrassônicas que se movem pela água, causando a explosão de pequenas bolhas. Para isso, o objeto a ser limpo deve estar completamente submerso na água.

A valoração dos princípios é feita a seguir e recebe valores de 1 a 9, sendo que quanto maior o valor, melhor ele é em determinado quesito.

Tabela 4.1: Valoração dos princípios físicos para limpeza de superfície sólida.

<b>Princípio físico</b>	<b>Facilidade de operação</b>	<b>Custo de aquisição</b>	<b>Qualidade da limpeza</b>	<b>Total</b>
Ação iônica	6	5	8	19
Ação mecânica	9	9	7	25
Vibração acústica	3	3	8	14
Cavitação acústica	3	1	9	13

Os dois pontos chave para a seleção deste princípio são a facilidade de operação e o custo, pois a qualidade de limpeza é satisfatória em todos os casos. Como comentado, os funcionários responsáveis pela limpeza das panelas tem, na sua maioria, um baixo nível de treinamento, o que tornaria difícil a operação de um equipamento com a tecnologia de vibração ou cavitação acústica por exemplo. As altas tecnologias, também estão associados altos custos, tornado assim a ação mecânica bem mais atrativa.

Além disso, a limpeza por ação mecânica (utilizando-se esponjas e esponjas de aço) é citada nos manuais de boas práticas de serviços de alimentação da ANVISA. Portanto, o equipamento a ser desenvolvido utiliza este princípio físico.

#### **4.2.1.2. Aquecimento da água**

A água aquecida, além de facilitar o trabalho de limpeza das panelas, também é um importante elemento na higienização das mesmas. Segundo recomendação da ANVISA, a água na temperatura de aproximadamente 55°C ajuda a eliminar parte dos micro-organismos presentes. Seu aquecimento pode ser feito através de uma resistência elétrica ou por indução eletromagnética.

A valoração dos princípios é feita a seguir da mesma maneira que a anterior e tem seus valores baseados segundo a monografia de Bauer Neto, 2013, que nas duas avaliações realizadas, tanto fixando a potência e verificando o delta de temperatura quanto fixando o delta

de temperatura e observando a potência, o sistema indutivo se mostrou ser inferior ao sistema resistivo no consumo de energia.

Tabela 4.2: Valoração dos princípios físicos para aquecimento de água.

Princípio físico	Facilidade de operação	Custo de aquisição	Eficiência energética	Total
Indução eletromagnética	9	7	7	23
Resistência elétrica	9	9	9	27

Neste caso, o aquecimento por resistência elétrica foi escolhido por ser mais barato e por ter uma maior eficiência energética em relação ao aquecimento indutivo. Tendo em vista que em alguns lugares, já existe a disponibilidade de água quente proveniente de, por exemplo, uma caldeira, o sistema de aquecimento de água será um opcional do equipamento.

## 4.2.2. Configurações possíveis

### 4.2.2.1. Material abrasivo para a limpeza

Como a limpeza é realizada por ação mecânica, um material abrasivo adequado deve ser escolhido. As opções no mercado são feltros (os mesmos utilizados em enceradeiras), esponjas de lavar louça e esponjas de aço.

Tabela 4.3: Valoração do tipo de material abrasivo para limpeza.

Configuração	Durabilidade	Custo de aquisição	Qualidade da limpeza	Total
Esponjas	7	9	9	25
Esponjas de aço	7	7	9	23
Feltros	9	5	7	21

A escolha por esponjas de lavar louça foi feita pelo baixo custo e considerável durabilidade, e pela sua flexibilidade que ajuda a tirar folgas entre os braços e a superfície interna da panela.

### 4.2.2.2. Suporte do material abrasivo

Para o material abrasivo entrar em contato com a superfície interna da panela, é necessário que o mesmo esteja apoiado em alguma superfície sólida. Como opção, pode-se utilizar um rolo de limpeza, braços mecânicos rígidos ou flexíveis.

Tabela 4.4: Valoração do tipo de suporte do material abrasivo.

Configuração	Facilidade de limpeza	Custo de aquisição	Adptável	Total
Braços rígidos	9	9	5	23
Braços flexíveis	7	5	9	21
Rolo	7	9	5	21

Os rolos de limpeza, assim como os que efetuam a limpeza da superfície externa de veículos, poderiam ser utilizados para a limpeza da superfície interna da panela, porém a limpeza do fundo da mesma não seria contemplada, impossibilitando assim a sua utilização. Os braços rígidos, apesar de serem menos adaptáveis, mostram-se adequados já que são inteiriços, facilitando sua própria limpeza em relação aos flexíveis que contariam com molas de torção e roletes para se adaptar a diferentes diâmetros e alturas. Sendo de mais simples construção, os braços rígidos também tem um menor custo de aquisição e manutenção, e por isso são escolhidos para suportar o material abrasivo.

#### 4.2.2.3. Material de construção dos braços

O ideal seria que os braços mecânicos fossem o mais leve possível, para tanto poderia ser utilizado um material polimérico por exemplo. Porém, por recomendação da ANVISA, o mais apropriado para equipamentos ligados à produção de alimentos, é o aço inoxidável AISI 304. Pois segundo a ANVISA, equipamentos metálicos não poderão ocasionar modificações inaceitáveis na composição dos alimentos ou nas características sensoriais dos mesmos. Sobre a composição química, os materiais metálicos não devem conter mais de 1 % de impurezas constituídas por chumbo, arsênio, cádmio, mercúrio, antimônio e cobre, considerados em conjunto. O limite individual de arsênio, mercúrio e chumbo não devem ser maiores do que 0,01%.

#### 4.2.2.4. Movimentação dos braços

Com a opção feita por se utilizar braços mecânicos, é necessário que tais braços se movam em relação à superfície interna da panela. Para tal função, um tipo de motor deve ser escolhido.

Tabela 4.5: Valoração do tipo de movimentador dos braços.

<b>Configuração</b>	<b>Motor hidráulico</b>	<b>Motor pneumático</b>	<b>Motor elétrico</b>
Potência	9	3	7
Precisão	6	3	9
Eficiência de energia	3	6	9
Solução limpa	3	6	9
Manutenção	3	6	9
Custo de aquisição	2	2	9
Custo dos componentes	6	9	2
<b>TOTAL</b>	<b>32</b>	<b>35</b>	<b>54</b>

Os valores são baseados em um estudo de eficiência energética da Exlar, e publicados no site da Automotion, 2015. Justifica-se então a utilização de um motor elétrico para a movimentação dos braços mecânicos, pois além dos dados apresentados, o motor elétrico também é mais compacto e não exige a instalação de unidades pneumáticas ou hidráulicas.

### 4.3. Seleção do conceito

Tendo em vista os princípios físicos e configurações acima selecionados, o equipamento será dividido em duas grandes partes, uma unidade interna à panela com a função de efetuar a ação mecânica da limpeza, e outra externa, com a função de fornecer a água aquecida. A unidade externa é basicamente uma máquina lava jato, porém modificada, pois além de pressurizar a água como fazem os lava jatos comuns, esta unidade também deve aquecê-la por meio de uma resistência elétrica e misturá-la com o com sabão desengordurante. Já a unidade interna é composta basicamente por um motor elétrico, um cilindro central que a ele estão conectados três braços que executam a ação mecânica da limpeza e uma tampa acrílica, que além de evitar que os eventuais respingos saiam da panela, também distribui a água pressurizada e aquecida através de mangueiras nela posicionadas.

### 4.4. Detalhamento do conceito

#### 4.4.1. Unidade externa

A unidade externa tem como funções principais o fornecimento de água e energia elétrica para a unidade interna. Abaixo, na Figura 4.4, se tem uma visão geral da unidade externa e a seguir é feito o detalhamento de suas partes mais importantes.

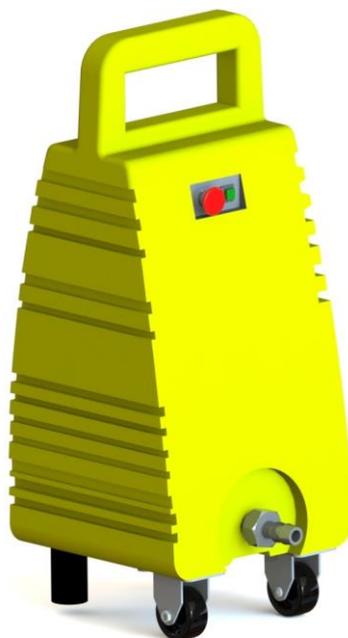


Figura 4.4: Unidade externa.

##### 4.4.1.1. Carcaça e princípios de funcionamento

A carcaça da unidade externa (parte em amarelo na Figura 4.4) é construída em polipropileno, que é o material utilizado atualmente em carcaças de máquinas lava a jato por ser leve e de baixo custo, e tem basicamente a função estrutural. Em seu interior, é montado o

sistema responsável pela pressurização, aquecimento da água e posterior mistura com detergente líquido. Logo que entra na unidade interna, caso não haja fornecimento de água quente no local, a água é aquecida por meio de uma resistência elétrica com potência um pouco superior a de um chuveiro elétrico, ou seja, em torno de 10 kW. Em seguida, ela é pressurizada por um compressor da ordem de 2 kW e segue para a mistura com o detergente líquido. A mistura é feita pela passagem da água em alta velocidade na parte superior de um pequeno reservatório de detergente, o que faz com que ele seja, aos poucos, sugado por uma pequena mangueira que vai até o fundo do reservatório e se mistura com o fluxo de água. É o mesmo princípio utilizado em lava jatos que antes da pistola de acionamento, tem um pequeno reservatório de detergente, como mostrado na Figura 4.5.



Figura 4.5: Reservatório de detergente líquido (Karcher, 2015).

#### **4.4.1.2. Interface com o usuário**

A interface de utilização do equipamento é bem simples e intuitiva, conta com um botão em verde que aciona a máquina e um botão um pouco maior em vermelho que interrompe seu funcionamento.

#### **4.4.1.3. Rodas e encaixes rápidos das mangueiras**

Todas as conexões hidráulicas do equipamento são feitas por meio de encaixes rápidos, com o objetivo de facilitar e agilizar o trabalho de conexão das mangueiras. Para facilitar o deslocamento da unidade, duas pequenas rodas foram instaladas e podem ser vistas, juntamente com o encaixe rápido, na Figura 4.4.

### **4.4.2. Unidade interna**

Após ser devidamente alimentada pela unidade externa, a unidade interna efetua a limpeza da panela por meio da rotação do cilindro central e conseqüentemente dos braços a ele conectados. A seguir, em detalhe, é visto cada um de seus componentes e ao final, na Figura 4.12 a unidade interna montada na panela.

#### **4.4.2.1. Cilindro central**

O cilindro central, Figura 4.6, é a estrutura base da unidade interna sendo produzido com aço inoxidável AISI 304, a ele são soldados os braços responsáveis pela limpeza e o motor elétrico. Com o objetivo de se reduzir o peso do equipamento, o corpo do cilindro é construído a partir de um tubo e fechado superior e inferiormente por duas chapas circulares.

Ainda há um ressalto circular em sua parte inferior onde é conectada a parte inferior dos braços.



Figura 4.6: Cilindro central.

#### 4.4.2.2. Braços

Para efetuar a ação mecânica da limpeza, três braços equidistantes entre si giram pela ação de um motor elétrico, que por sua vez, é conectado no topo do cilindro central. Também são fabricados em aço inoxidável AISI 304 e em suas extremidades acoplam-se as esponjas, que de fato entram em contato com a superfície da panela. Este acoplamento é feito encaixando as esponjas em um tipo de “faca”, que são dispostas ao longo dos braços como mostrado na Figura 4.8. As facas devem ser apontadas no sentido de rotação do equipamento para que não haja risco das esponjas caírem durante o processo de limpeza. Nota-se que na sua parte inferior, os braços têm certa curvatura acompanhando a curvatura interna da panela, que como comentado anteriormente, é mais funda nas laterais do que no seu centro. Na Figura 4.7 abaixo, se percebe a extensão das esponjas (em verde) nas extremidades laterais e inferiores dos braços.

Como o cilindro central e os braços são fabricados em aço inoxidável, o peso da estrutura acabou ficando um pouco maior do que o desejável. Mesmo sendo feito com tubos e chapas de parede fina, a estrutura tem uma massa de aproximadamente 25 kg, o que estaria de acordo com a legislação brasileira que permite que um trabalhador levante até 60 kg. Mas como a ergonomia é uma das prioridades deste trabalho, recomenda-se a utilização de uma pequena grua para o seu içamento, como a do exemplo da Figura 4.9.



Figura 4.7: Braços, vista inferior.

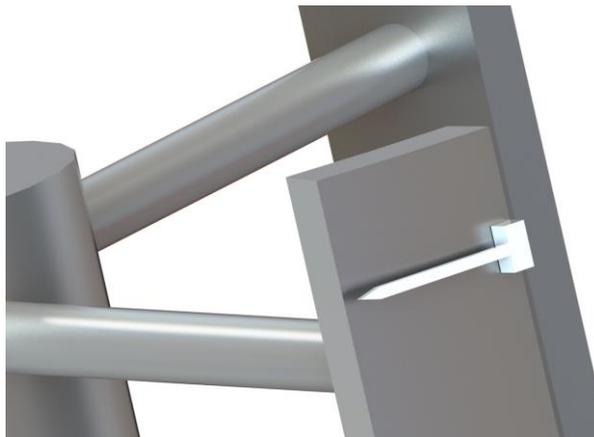


Figura 4.8: Detalhe da “faca” para o acoplamento das esponjas.



Figura 4.9: Grua para o içamento dos braços mecânicos (Motointegrator, 2015).

#### 4.4.2.3. Tampa

Para conter os respingos provenientes da lavagem, uma tampa de material acrílico foi desenvolvida. O material acrílico além de ser leve e de baixo custo, é fácil de ser limpo e, por ser transparente, permite que o funcionário possa ver se o equipamento está funcionando de maneira correta. Ela é encaixada em toda extensão da borda da panela e fixada por meio dos mesmos parafusos que fixam a tampa original da panela (os parafusos podem ser vistos na Figura 3.1).

Além disso, sobre a tampa há um esquema de distribuição da água proveniente da unidade externa para o interior da panela, conforme Figura 4.10. Tal distribuição é feita a partir de um ponto central, utilizando um encaixe rápido, onde a água pressurizada entra e é distribuída através de pequenas mangueiras para outros quatro pontos. Um deles é localizado bem abaixo da entrada de água e fica responsável por molhar o fundo da panela. Os outros três pontos ficam localizados quase que na borda da tampa e tem a função de esguichar água na lateral.

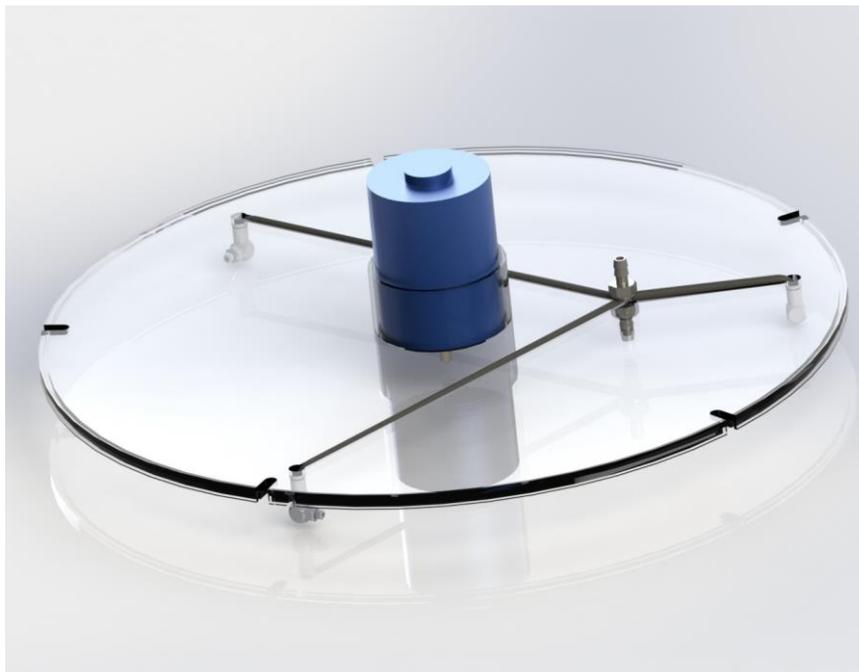


Figura 4.10: Tampa com o motor elétrico acoplado e sistema de distribuição de água.

#### 4.4.2.4. Motor elétrico

O motor elétrico tem como função movimentar o cilindro central e está conectado a ele por meio de uma chave. Já na tampa, ele é fixado no ressalto central por meio de uma guia de deslizamento. Isso permite que no momento da lavagem do equipamento, o motor elétrico seja retirado por meio de uma alça, facilitando assim a limpeza da tampa acrílica. Todos os detalhes do motor elétrico podem ser vistos na Figura 4.11. Em termos de potência, ele deve contar com aproximadamente 1 cv e a rotação em torno de 20 a 30 rotações por minuto que pode ser alcançada utilizando um inversor de frequência.

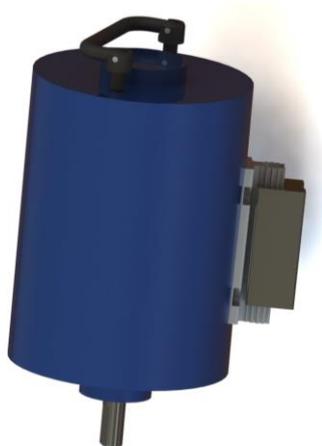


Figura 4.11: Motor elétrico com alça e guia de deslizamento.

#### 4.4.2.5. Montagem final da unidade interna



Figura 4.12: Unidade interna.

#### 4.5. Sequência operacional

Para o correto funcionamento do equipamento, os seguintes passos devem ser seguidos:

- Conferir o nível de sabão líquido no reservatório e o estado das esponjas;
- Posicionar o cilindro central com os braços no interior da panela;
- Conectar a tampa de material acrílico na panela;
- Encaixar o motor elétrico;
- Conectar as mangueiras de água na unidade externa e interna e abrir o registro;
- Conectar os cabos de energia elétrica em ambas as unidades;
- Abrir o registro para a drenagem de água na panela;
- Ligar o equipamento;
- Após a limpeza de todas as panelas, lavar o equipamento e guardá-lo em local fechado.

### 5. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

O foco principal deste projeto foi um equipamento para a limpeza da panela em si, mas é importante lembrar que a tampa da panela também precisa ser limpa após a cocção. Porém, como a tampa normalmente não suja tanto quanto o restante da panela e por ela ficar em uma posição muito mais favorável em termos posturais para quem realiza o processo de limpeza, neste primeiro momento do projeto, ela continuará sendo feita de forma manual.

Segundo Pahl et alli, 2005, para se manter no mercado, os produtos necessitam de melhorias ao longo do tempo. Essas melhorias podem ser chamadas de tendências

evolutivas, e consistem em agregar novas tecnologias aos produtos. Um painel de controle com um CLP integrado é um exemplo disso. Isto possibilitaria que o funcionário simplesmente escolha em uma tabela salva na memória do equipamento, o tipo de alimento cozido na panela e assim o tempo de lavagem e a temperatura da água, por exemplo, seriam automaticamente selecionados.

Por fim, vale ressaltar que segundo Cheng et alli, 2007, o projeto do produto ainda pode passar por modificações na etapa de projeto detalhado, que seria o próximo passo de acordo com a metodologia utilizada. Nesta etapa são elaborados os desenhos detalhados, cálculos de esforços mecânico, manuais de utilização, etc.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT, “**ABNT Catálogo**”, <http://www.abntcatalogo.com.br>. Acessado em 15/03/2015.

ANVISA, “**Acesso à Informação**”, <http://portal.anvisa.gov.br>. Acessado em 15/03/2015.

Aulive, “**Product Inspiration**”, <http://www.productioninspiration.com>. Acessado em 25/03/2015.

Automotion, “**Eficiência Energética – Uma mudança necessária**”, <http://www.automotion.com.br>. Acessado em 29/06/2015.

Bauer Neto, F.; “**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO AQUECIMENTO DOMÉSTICO DE ÁGUA PARA BANHO: Estudo comparativo entre o aquecimento de água através de elemento resistivo e indução eletromagnética**”. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013.

Cheng, L.C.; Melo Filho, L.D.R.; “**Desdobramento da Função Qualidade na Gestão de Desenvolvimento de Produtos**”. Blücher, Brasil, 1ª edição, 2007.

Grupo Tecnoserv, “**Linha Premium**”, <http://www.grupotecnoserv.com.br>. Acessado em 20/03/2015.

INMETRO, “**Legislação**”, <http://www.inmetro.gov.br>. Acessado em 17/03/2015.

Karcher, “**Lavadoras de alta pressão**”, <http://www.karcher.com/br>. Acessado em 20/03/2015.

Ministério da Saúde, “**Lesão por esforços repetitivos**”, <http://bvsmis.saude.gov.br>. Acessado em 17/03/2015.

Ministério do Trabalho, “**Normas Regulamentadoras**”, <http://portal.mte.gov.br>. Acessado em 17/03/2015.

Motointegrator, “**Profitool**”, <https://www.motointegrator.pl>. Acessado em 29/06/2015.

Pahl, G.; Beitz, W.; Feldhusen, J.; “**Projeto na Engenharia**”, Blücher, 1ª edição, 2005.