



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
CAMPUS TUCURUÍ  
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**FERRAMENTA KAIZEN APLICADA NO LABORATÓRIO DE TÉRMICAS E  
FLUÍDOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL CAMPUS – TUCURUÍ**

**BARBARA LIMA CAVALCANTE  
NAYARA SAMPAIO BRITO**

**Tucuruí-PA  
2018**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
CAMPUS TUCURUÍ  
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**FERRAMENTA KAIZEN APLICADA NO LABORATÓRIO DE TÉRMMICAS E  
FLUÍDOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL CAMPUS – TUCURUÍ**

**BARBARA LIMA CAVALCANTE  
NAYARA SAMPAIO BRITO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade de Engenharia Mecânica do Campus de Tucuruí, como parte dos requisitos para a obtenção do título de engenheiro mecânico.

**Orientador:  
Prof. Me. Jessé Luís Padilha**

**Tucuruí-PA  
2018**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
CAMPUS TUCURUÍ  
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**FERRAMENTA KAIZEN APLICADA NO LABORATÓRIO DE TÉRMICAS E  
FLUÍDOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL CAMPUS – TUCURUÍ**

**BARBARA LIMA CAVALCANTE  
NAYARA SAMPAIO BRITO**

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado à Faculdade de Engenharia  
Mecânica do Campus de Tucuruí, como  
parte dos requisitos para a obtenção do  
título de engenheiro mecânico.

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Orientador: Prof. Me. Jessé Luís Padilha  
FEM/CAMTUC/UFPA**

---

**Membro Interno: Profº Dr. Wassim Raja El Banna  
NDAE/CAMTUC/UFPA**

---

**Membro Interno: Eng. Mecânico Danilo Silva Santos  
NDAE/CAMTUC/UFPA**

**Conceito \_\_\_\_\_**

**Tucuruí, 21 de março 2018.**

*Dedico este trabalho a Deus, por ser essencial em minha vida, minha mãe, meu pai "In Memoriam", minha avó e meus irmãos.*

*Barbara Lima Cavalcante*

*À minha Mãe, a minha irmã e ao meu filho, por serem a razão da minha força, e me motivam a ser uma pessoa cada vez melhor.*

*Nayara Brito*

## **AGRADECIMENTOS – BARBARA LIMA CAVALCANTE**

Primeiramente Deus que permitiu que tudo isso acontecesse ao longo de minha vida, e não somente nestes anos de universitária, mas ao longo de toda ela.

Um agradecimento especial a minha mãe que dedicou sua vida para família, eu sei que sou a filha querida, sempre me apoiando ao longo da minha jornada, em tudo, sem questionar.

Aos meus irmãos que sempre estiveram presente me incentivando, a Bruna que além de irmã, minha amiga, que segurou as pontas quando eu precisava me ausentar no Pet Shop, falava “vai minha irmã eu te ajudo agora que mais tarde você me ajuda”. Sempre vai ser assim essa união, que sei que é de outras vidas.

Minha avó que se orgulha que sua neta estrambelhada, sim vai ser engenheira.

A minha irmã de coração Nayara, que Deus me deu, esteve ao meu lado em todos os momentos alegres, tristes, duvidosos e aflitos, que sempre cuidou, aconselhou mesmo sendo mais nova, e minha razão, sempre vendo tudo além, você será sempre minha melhor amiga e ainda mais me deu o melhor presente, o Miguel que sempre será nosso.

Aos meus amigos da turma, em especial ao Parceria Certa sem vocês a vida acadêmica seria sem graça, muitos risos, companheirismo, brigas claro, porque foi um casamento que deu certo, acabou o curso de Eng. Mecânica mas o que vivemos vamos lembrar para sempre.

Em especial ao meu orientador Jessé Padilha que não mediu esforços para me ajudar estando presente desde 1º semestre do curso, sendo um professor maravilhoso, além de amigo, me recebendo de braços abertos e me mostrando um norte quando estava perdida. Obrigada de verdade por tudo.

Um muito obrigado ao Danilo Santos que não mediu esforços para me ajudar quanto precisava, arrumava tempo onde não tinha para tirar minhas duvidas e ser meu conselheiro.

Também não posso esquecer de mencionar ao Dr Eranildo Lustosa por esses 12 anos que trabalhamos juntos com muito companheirismo e amizade sendo como um pai para mim.

Aos demais professores meu obrigada pela contribuição na minha formação acadêmica.

## **AGRADECIMENTOS – NAYARA SAMPAIO BRITO**

Primeiramente a Deus, por e renovar a cada dia e me provar seu amor mesmo quando não mereço;

A meus pais Francisco Sampaio Alexandre e Laudiceia de Brito Alexandre, por todo o amor, proteção, cumplicidade, cuidados, ensinamentos e até mesmo a cada merecido puxão de orelha, que me fizeram ser a mulher que sou hoje;

A minha mãe, em especial, pelo incentivo aos estudos, por ser fonte de inspiração e força, por todo o apoio, por acreditar e nunca desistir do meu futuro, por nunca me deixar fraquejar;

A minha irmã Vanessa, a pessoa mais corajosa e generosa que eu conheço, sempre me motivando e inspirando;

A toda a minha querida e amada família, que sempre me apoiou, em especial a minha prima Larissa, que nas horas mais difíceis largou tudo pra estar comigo, foi minha confidente e me motivou a terminar esse curso e provar que sou uma mulher forte;

Agradecer aos meus avós, em especial a dona Josefa, melhor pessoa desse mundo, que sempre me inspirou coragem, dignidade e tentar ser pelo menos metade da mulher que ela é, que sempre me recebeu de braços abertos, que me ama e me acalanta sempre, me engordando também;

A minha grande amiga, companheira de trabalho e comadre Barbara, que é uma pessoa extremamente generosa e nunca mediu esforços para me ajudar, que sempre esteve ao meu lado;

Aos amigos do parceria e colegas de curso que sempre estiveram comigo ao longo desses anos, nos estudos e nas brincadeiras, que muitas vezes me apoiaram e não me permitiram desistir;

Aos amigos de vida que amo muito e sempre me deram força, e me ajudaram, Nagyla Rafaela, Zoraia, Jô, Jordean, entre muitos outros. Aos amigos que Tucuruí me deu, André Luis, Fernando, Taís, P A, Marcos, Carla, Cecille, Mariana, Thallis (meu salvador e amigo canoa), Vini, entre outros;

Ao professor Jessé, meu orientador, pelas orientações e dedicação nos guiando na elaboração deste trabalho. Obrigado pelo voto de confiança e pelo apoio;

Aos meninos do laboratório, ao Danilo, ao técnico, as demais pessoas que nos ajudaram na execução das atividades referentes ao TCC;

Aos professores da Faculdade de Engenharia Mecânica Campus Tucuruí que me proporcionaram conhecimentos que foram além da grade do curso, que me tornarão uma boa profissional, e me desafiaram enquanto ser humana.

## RESUMO

### FERRAMENTA KAIZEN APLICADA NO LABORATÓRIO DE TÉRMICAS E FLUÍDOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL CAMPUS – TUCURUÍ.

**RESUMO:** Este trabalho é fundamentado na metodologia de origem Japonesa, o Kaizen, que por sua vez, é um plano estratégico que ao longo do tempo, passa a ser incorporado na rotina, contribuindo para a conquista da qualidade total e tendo como vantagem o fato de provocar mudanças comportamentais em todos os responsáveis e usuários do ambiente trabalhado e incentivar a cultura da disciplina. Kaizen é um “guarda-chuva” que abrange todas as ferramentas de melhoria, tirando o máximo proveito do que cada uma oferece e permitindo a adequação aos mais diversos tipos de situação. Portanto, este consiste na execução desta metodologia, no Laboratório de Térmicas e Fluídos da Universidade Federal do Pará- Campus Tucuruí, a implementação deste trabalho se deu com o uso das ferramentas Brainstorming e 5S, estas permitem organizar um local de trabalho, a fim de torná-lo mais eficiente na qualidade e na produtividade. Essencialmente, revitalizando o laboratório, adequando-o para dar o devido suporte ao curso de Engenharia Mecânica e ao Campus, visto que os laboratórios da faculdade são de suma importância para exercitar as habilidades e aproximar o conteúdo teórico da realidade para o aluno. Os resultados deste estudo evidenciarão um aumento nos níveis de qualidade, conservação do ambiente e acervo, mais agilidade nas atividades realizadas no local, avanços nos procedimentos, além de garantir a segurança e a satisfação dos usuários.

**Palavras-chave:** Laboratório, Revitalização, Ferramentas de Melhorias.

## **ABSTRACT**

### **KAIZEN TOOL APPLIED IN THE LABORATORY OF THERMALS AND FLUIDS OF THE FEDERAL UNIVERSITY CAMPUS – TUCURUÍ**

**ABSTRACT:** This work is based on the methodology of Japanese origin, the Kaizen, in its turn is a strategic plan that over time, becomes incorporated into the routine, contributing to the achievement of total quality and having as an advantage the fact of causing changes behavioral in all responsible and users of the environment work and encourage the culture of discipline. Kaizen is an "umbrella" that covers all the improvement tools, so taking the maximum benefit that each one offers and allowing the adequacy to the different types of situation. Therefore, it consists in the execution of this methodology, at the Laboratory of Thermal and Fluids of the Federal University of Pará-Tucuruí Campus, the implementation of this work occurred with the use of the Brainstorming and 5S tools, these allow to organize a workplace to make it more efficient in quality and in productivity. Essentially, revitalizing the laboratory, adapting it to give the appropriate support to the mechanical engineering course and the Campus, since the university laboratories are much important to exercise the skills and to approximate the theoretical content of the reality for the student. The results of this study has evidenced an increase in the levels of quality, conservation of the environment and collection, more agility in the activities performed on the place, advances in the procedures, besides ensuring the safety and satisfaction of the users.

**Keywords:** Laboratory, Revitalization, Improvement Tools.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. a)Círculos indicando a gradação dos riscos; b) Critério de incidência. ....	28
Figura 2. Layout do laboratório na primeira vistoria. ....	35
Figura 3. Gráfico dos indicadores para Controle de Qualidade. ....	38
Figura 4. Gráfico dos indicadores do programa 5S. ....	40
Figura 5. Amostragem de fotos coletadas antes das melhorias. ....	41
Figura 6. Treinamento Kaizen .....	44
Figura 7. Matriz de priorização das ideias.....	46
Figura 8. Matriz de Priorização proveniente do Brainstorming. ....	46
Figura 9. Fluxograma para descarte dos materiais e equipamentos desnecessários.....	49
Figura 10. EPI's disponíveis no laboratório de Térmicas e Flúidos. ....	55
Figura 11.Comparação dos layouts do laboratório.....	63
Figura 12. Comparação da sala de depósito antes e depois da ferramenta 5S. ....	64
Figura 13. Comparação da sala principal antes e depois da ferramenta 5S.....	64
Figura 14. Comparação da sala principal antes e depois da ferramenta 5S, outro ângulo. ....	64
Figura 15. Comparação da sala principal antes e depois da ferramenta 5S, outro ângulo. ....	65
Figura 16. Comparação da limpeza da sala principal, antes e depois do 5S. ....	65
Figura 17. Comparação da limpeza do laboratório da sala de depósito, antes e depois do 5S. ....	66
Figura 18. Iluminação antes e depois do 5S. ....	66
Figura 19. Gráfico dos indicadores do programa 5S, antes e depois das melhorias. ....	67
Figura 20. Representação gráfica dos Riscos Ambientais do laboratório. ....	70
Figura 21. Logotipo do laboratório. ....	71
Figura 22. Sinalização e identificação da sala principal.....	71
Figura 23. Sinalização e identificação da sala de depósito.....	71
Figura 24. Melhorias Kaizen. ....	72
Figura 25. Gráfico comparativo das melhorias Kaizen. ....	73

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Correlação entre a origem 5S e seus significados .....	22
Tabela 2. Descrição dos Móveis do Laboratório.....	35
Quadro 3. Check list para Controle de Qualidade Geral do laboratório.....	37
Quadro 4. Check list específico para a ferramenta 5S.....	39
Tabela 5. Descrição dos materiais utilizados no treinamento Kaizen .....	42
Tabela 6. Cronograma do evento Kaizen .....	43
Quadro 7. Exposição das ideias provenientes do brainstorming organizadas de acordo com a priorização. ....	47
Quadro 8. Check list de manutenção do senso de Autodisciplina.....	53
Tabela 9. Descrição das atividades de operacionalização das bancadas .....	60
Tabela 10. Classificação dos Riscos Ambientais encontrados no laboratório .....	69

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
1.1 JUSTIFICATIVA .....	13
1.2 OBJETIVOS .....	14
<b>1.2.1 Objetivo Geral.....</b>	<b>14</b>
<b>1.2.2 Objetivos Específicos .....</b>	<b>14</b>
1.3 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO .....	15
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>16</b>
2.1 FILOSOFIA KAÍZEN .....	16
<b>2.1.1 Princípios Kaizen .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1.3 Pré-Requisitos Kaizen .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1.4 Metodologia Kaizen .....</b>	<b>18</b>
2.2 FERRAMENTAS .....	19
<b>2.2.1 Programa 5S.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.2 Brainstorming .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.3 Folha de verificação.....</b>	<b>24</b>
2.3 NORMAS REGULAMENTADORAS .....	25
<b>2.3.1 NR 6 - Equipamento de Proteção Individual .....</b>	<b>27</b>
<b>2.3.2. NR 9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais.....</b>	<b>27</b>
<b>2.3.3 NR 12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos .....</b>	<b>29</b>
<b>2.3.4 NR 17 – Ergonomia .....</b>	<b>30</b>
2.4 LAYOUT .....	31
<b>2.4.1 Tipos de Layout.....</b>	<b>32</b>
<b>2.4.2 Melhorias no Layout.....</b>	<b>32</b>
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>34</b>
3.1 VISTORIA E COLETA DE DADOS .....	34
<b>3.1.1 Layout .....</b>	<b>35</b>
<b>3.1.2 Componentes do ambiente .....</b>	<b>35</b>
<b>3.1.3 Coleta de indicadores .....</b>	<b>36</b>
<b>3.1.4. Levantamento das condições do laboratório na primeira vistoria .....</b>	<b>40</b>
3.2 PLANEJAMENTO E PREPARAÇÃO .....	41
<b>3.2.1 Escolha dos membros da Equipe.....</b>	<b>41</b>
<b>3.2.2 Preparação dos materiais a serem utilizados e reserva de sala para o evento Kaizen.....</b>	<b>42</b>
<b>3.2.3 Programação do Evento .....</b>	<b>43</b>

<b>3.2.4 Treinamento da equipe Kaizen.....</b>	<b>44</b>
<b>3.2.5 Geração de ideias .....</b>	<b>45</b>
<b>3.2.6 Planejamento das melhorias .....</b>	<b>47</b>
<b>3.3 IMPLEMENTAÇÃO DAS MELHORIAS KAIZEN .....</b>	<b>47</b>
<b>3.3.1 Melhorias do 5S.....</b>	<b>48</b>
3.3.1.1 <i>Execução do Senso de Utilização .....</i>	48
3.3.1.2 <i>Execução do Senso de Ordenação.....</i>	50
3.3.1.3 <i>Execução do Senso de Limpeza .....</i>	50
3.3.1.4 <i>Execução do Senso de Asseio .....</i>	51
3.3.1.5 <i>Execução do Senso de Autodisciplina .....</i>	52
<b>3.3.2 Enquadramento das NR's.....</b>	<b>54</b>
3.3.2.1 <i>NR 6 - Equipamento de Proteção Individual .....</i>	54
3.3.2.2 <i>NR 9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais .....</i>	55
3.3.2.3 <i>NR 12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos .....</i>	57
3.3.2.4 <i>NR 17 – Ergonomia. ....</i>	58
<b>3.3.3 Controle do acervo do laboratório .....</b>	<b>58</b>
<b>3.3.4 Operacionalizar e Identificar as bancadas .....</b>	<b>59</b>
<b>3.3.5 Criar um ambiente mais didático.....</b>	<b>60</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>63</b>
4.1 APRESENTAÇÃO DAS MELHORIAS 5S .....	63
4.2 ANÁLISES E DISCUSSÕES PARA O 5S.....	67
4.3 RESULTADOS DAS MELHORIAS KAIZEN .....	68
<b>4.3.1 Resultado das NR's aplicadas ao laboratório .....</b>	<b>68</b>
<b>4.3.2 Revitalização do laboratório .....</b>	<b>70</b>
4.4 ANÁLISES E DISCUSSÕES PARA O KAIZEN .....	73
<b>5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>75</b>
5.1 CONCLUSÕES .....	75
5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	76
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>77</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>80</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Após a segunda guerra mundial a indústria japonesa desenvolveu um conjunto de novas técnicas e ferramentas de melhoria contínua que ajudaram no aumento da sua competitividade de forma significativa (ARAUJO E RENTES, 2006). O objetivo principal seria a procura e a eliminação do desperdício, porque este era o responsável por muitas perdas de tempo, custos, produtos e clientes, ou seja, era uma atividade que não criava qualquer valor para a empresa (SCOTELANO, 2007). No início dos anos 50, a indústria japonesa precisava lançar no mercado produtos com preço e qualidade, tornando-os aptos a competir com os produtos provenientes da Europa e dos Estados Unidos. Perante esta necessidade os japoneses desenvolveram uma ferramenta com cinco princípios essenciais para a implementação da melhoria contínua e da qualidade, a ferramenta 5S. Criada pelo engenheiro Kaoru Ishikawa, é atualmente uma das ferramentas mais usadas para implementar a qualidade nas empresas (POZZER, 2010).

Essas técnicas e ferramentas ganharam o mundo, e foram adaptadas a diversas realidades e setores. O kaizen, uma filosofia bem antiga, que tem o poder de gerar amplos benefícios, através de pequenos passos para assim atingir grandes objetivos. Apesar de ser uma filosofia antiga, ainda se faz prática e atual quando aplicada aos problemas e a vida moderna. Pois seus pressupostos e suas metodologias passaram a funcionar como filosofias, usadas não só em empresas, mas também se estendendo a qualquer ramo administrativo, podendo mudar hábitos, produtos e ambientes. Trazendo benefícios de longo prazo e também valorizando o trabalho em equipe, comunicação, formação e participação a baixo custo.

### 1.1 JUSTIFICATIVA

Com o cenário econômico brasileiro, o repasse governamental cada vez mais enxuto, força as instituições de ensino e demais dependentes a conterem os gastos cada vez mais. Dentro deste contexto de contenção, faz se necessário o uso destes tipos de ferramentas de gestão, que demonstram eficiência e busca pela qualidade, respeitando as limitações financeiras.

O lugar escolhido para estudo e execução da ferramenta de gestão, foi o Laboratório de Térmicas e Flúidos visto que os laboratórios de qualquer instituição são de suma importância para complementação do conhecimento teórico disponibilizado em sala de aula, uma vez que, ver algo acontecer na prática é uma das maneiras mais eficientes de aprender, e

melhor ainda quando se tem a oportunidade de exercitar com as próprias mãos, construindo o conhecimento de uma forma bem mais significativa e retendo-o naturalmente.

A Metodologia Kaizen e as ferramentas a serem aplicadas tem como objetivo melhorar o ambiente de trabalho, organizar e arrumar, a utilização dos materiais e documentos, reduzir custos, torna a equipe mais integrada, melhorar a relação entre os departamentos, estimular o trabalho em equipe, incitando a todos participarem das melhorias e assim promover motivação, bem-estar e aumento da autoestima. Pois antes de tudo, esta metodologia deve causar mudanças não só no espaço físico, mas principalmente nas pessoas e em suas atitudes, para que estas possam dar continuidade a ideia e assim perpetuar a revitalização e otimização do Laboratório.

A escolha do Laboratório de Térmicas e Fluídos do LABMEC Campus– Tucuruí para aplicação destas metodologias, foi baseada na necessidade de cuidados e devido trato que este carecia depois de ter sido desvinculado de outras áreas. Como laboratório de uma área específica e importante na grade do curso de engenharia mecânica, deve dispor de um espaço organizado, limpo, receptivo, funcional e seguro, assegurando aos seus usuários um ambiente ideal para estes terem experiências práticas de qualidade, fomentando um melhor aprendizado, desafiando-os, e motivando-os a cuidar do seu ambiente e induzindo o trabalho em equipe. O mau trato de qualquer laboratório, prejudica a formação dos seus usuários e impossibilita o desenvolvimento de novos trabalhos e da utilização das pessoas que ainda precisarão deste, além de ser um descaso com o acervo do Campus. Diante de tal importância fez-se necessário a elaboração da implementação da metodologia Kaizen e suas ferramentas para garantir o bom funcionamento e uso adequado do laboratório.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Implementar a Metodologia Kaizen no Laboratório de Térmicas e Fluídos do LABMEC da Universidade Federal do Pará - Campus Tucuruí.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Levantar as condições e recursos do laboratório, apontar as necessidades comuns e urgentes, bem como as deficiências e falhas e os efeitos decorrentes destes no ambiente de estudo;

- Mobilizar a equipe do laboratório de Térmicas e Fluídos do LABMEC Campus-Tucuruí, apresentando as ferramentas utilizadas, os benefícios, e a necessidade desta implementação;
- Revitalizar e otimizar o laboratório, deixando um espaço mais didático e produtivo;
- Elaborar um mapa de risco de risco para o laboratório;
- Elaborar um Plano de melhoria contínua, ou seja, ações que induzam o laboratório a dar seguimento nesta metodologia e buscar sempre a evolução.

### 1.3 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

No capítulo 2 foi apresentado os fundamentos que serviu de base para a elaboração da proposta na revitalização do Laboratório de Térmicas de Fluídos utilizando a metodologia Kaizen auxiliada pelas ferramentas 5S, Check list e Brainstorming. Apresentando como tornar o laboratório mais didático e produtivo para seus usuários. No capítulo 3 aplica se a metodologia a ser implantada levando em contas as análises e alternativas de melhorias cabíveis. No capítulo 4 apresenta se os resultados obtidos da avaliação feita através do Check List para obter indicadores para controle de qualidade. Já no capítulo 5 aborda as conclusões obtidas através das melhorias abordadas da Metodologia Kaizen, 5S e Brainstorming assim nos dando suporte para sugerir trabalhos futuros na Instituição.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 FILOSOFIA KAÍZEN**

“O kaizen envolve mudar o modo como as coisas são. Se você supor que as coisas estão certas do modo como estão, não poderá implantar o kaizen. Por isso, mude alguma coisa!”( FUJIMOTO, 2011)

O Kaizen que em sua essência quer dizer melhoria continua, foi desenvolvido por Masaaki Imai, no Japão, e atualmente é conhecido e praticado em todo o mundo. O conceito foi introduzido na América em 1986, a partir do livro escrito por Masaaki Imai, “Kaizen – The Key to Japan`s Competitive Success”. Masaaki Imai, conhecido como o pai do Kaizen estudou na Universidade de Tokyo Relações Internacionais e trabalhou durante vários anos na Toyota (SINGH e SINGH, 2009). Também viveu nos Estados Unidos cinco anos durante a década de 1950, onde trabalhou para o Centro de Produtividade japonesa em Washington e contribuindo para o intercâmbio entre dois países. Em 1962, Imai fundou a Cambridge Corp. onde foi consultor e fundou o Kaizen Institute, em Austin, Texas, para ajudar a introduzir os conceitos do Kaizen nas companhias ocidentais, em 1986 (MURUGAN, 2005).

De acordo com Murugan (2005) Masaaki Imai, a partir de várias ponderações sobre a produtividade americana, percebeu os métodos que eram utilizados pelas empresas americanas para aumentar a produtividade. Estes métodos americanos estavam relacionados com a procura de melhorias inovadoras através da inovação tecnológica, grandes investimentos e bons engenheiros. Já nas empresas japonesa o método mais utilizado para aumentar a produtividade era incentivar e envolver as pessoas da empresa na procura de pequenas melhorias a custo baixo.

O Kaizen nasce de um estudo sobre a forma como os trabalhadores realizam os seus trabalhos e tornou-se numa metodologia bastante conhecida nos Estados Unidos. Masaaki Imai, em 1986 introduzido pela primeira vez a metodologia Kaizen na empresa japonesa Toyota, para melhorar a eficiência, a produtividade e a competitividade.

#### **2.1.1 Princípios Kaizen**

Conforme Rebechi, Masaaki Imai, o autor do Kaizen, determina a existência de dez princípios que devem ser seguidos na sua metodologia. Por sua vez, estes princípios são: (REBECHI, apud DUARTE 2013).

- Todas as pessoas devem estar envolvidas;
- O desperdício deve ser eliminado;
- Melhorias contínuas devem ser feitas;
- As estratégias baratas são as melhores, uma vez que o aumento da produtividade pode ser obtido sem grandes investimentos;
- A metodologia aplica-se em qualquer cultura;
- A atenção está virada para o “chão da fábrica”, onde é criado valor;
- Adota uma gestão visual para tornar os desperdícios e os problemas visíveis para todos;
- Só se aprende fazendo;
- As pessoas são a prioridade, porque o esforço principal de melhoria vem delas;
- As pessoas devem ser devidamente orientadas para os processos.

Esses princípios impulsionam um ambiente onde todos se proponham a analisar os problemas buscando sempre as melhores alternativas de soluções. Essa mentalidade criada ajuda a desenvolver o espírito da melhoria contínua em todos os colaboradores.

### **2.1.3 Pré-Requisitos Kaizen**

Existem alguns pré-requisitos para que essa metodologia seja um sucesso, ou seja, estes permitem criar um ambiente favorável ao Kaizen. As mais importantes são: (YAMADA, 2012).

- Importante a participação de todos os envolvidos: Além da participação de todos os membros da equipe, as opiniões e ideias de melhorias provenientes das pessoas envolvidas diretamente e indiretamente no processo são fundamentais para a eficiência e eficácia de todo o Kaizen;
- Dar importância a todas as ideias: É imprescindível valorizar toda e qualquer tipo de ideia. Isso proporciona o engajamento de todos no projeto, além do que, por mais surreal que uma ideia seja, essa pode motivar o surgimento de outras mais viáveis e de grande retorno para a empresa;
- O Kaizen deve ser coordenado por uma pessoa que possua autoridade para mudar processos e que tenha apoio da gerência e até mesmo da diretoria. Isso permite uma

maior flexibilidade e rapidez nas implementações das melhorias provenientes do Kaizen;

- Já a equipe Kaizen deve ser multidisciplinar e ser formada por indivíduos escolhidos rigorosamente. Isso permite que diversas visões sejam abordadas nesse evento, seja de uma pessoa que esteja mais voltada ao planejamento das atividades, ou seja, de uma que convive diariamente com o processo analisado.

#### 2.1.4 Metodologia Kaizen

No contexto da metodologia Kaizen, melhoria contínua integrada, existe uma abordagem para a identificação de problemas, proposição e desenvolvimento de melhorias e sua implementação em uma organização. Sendo assim, esta abordagem é demonstrada a partir de quatro estágios principais e um preliminar, que serão identificados e brevemente analisados nas sessões seguintes (SHINGO 2010).

- **Definição do problema**– Este estágio, dito preliminar, basicamente estrutura a sistematização da metodologia, onde o processo deve ser analisado a partir da sua divisão em grupos de elementos, de maneira que as complexidades inerentes a tal processo sejam reduzidas a elementos gerenciáveis, nos quais os problemas podem ser facilmente identificados. Essencialmente consiste na identificação das oportunidades de melhoria. Escolha do projeto e formação da equipe;
- **Medição**– Antes do desenvolvimento do Kaizen, devem ser conhecidos todos os fatores correspondente ao processo a ser analisado, por isso deve ser feito o mapeamento do processo, seleção de indicadores e coleta de dados.
- **Análise do processo atual**– A melhoria ou o desenvolvimento do Kaizen deve acontecer somente após os profissionais terem entendido a natureza íntima do problema identificado. Dessa forma, a resolução de um problema, segue três etapas essenciais, sendo elas: descobrir o problema, esclarecê-lo e descobrir sua causa. Assim, o primeiro estágio deve fornecer o reconhecimento dos problemas e a conseqüente motivação para quebra de paradigmas, o que sugere, portanto, o início de desenvolvimento de melhorias. Basicamente neste estágio ocorre a identificação e hierarquização das causas do problema;
- **Melhoria**– Este é o estágio fundamental do desenvolvimento da metodologia, não significa que é o mais importante, pois este depende da ótima execução dos estágios

anteriores. Pois os profissionais devem: compreender os fatos com grande nível de detalhe, quantitativa ao invés de qualitativamente; pensar em termos de princípios categóricos a entender o fenômeno, classificando-o em tais categorias. Para tanto, as empresas devem analisar o sistema produtivo a partir de duas abordagens: processual (para se identificar o curso das mudanças no objeto em questão) e operacional (para se analisar o curso das mudanças no agente responsável). Portanto deve-se: focar os objetivos; reconhecer múltiplas propostas; aspirar a objetivos de maior complexidade, levando o profissional à compreensão total do sistema produtivo. Neste estágio, os planos para melhorias devem ser compreendidos e desenvolvidos a partir de critérios científicos e criativos, desenvolvidos por métodos de diversas ferramentas, como exemplo o *brainstorming*. Para maior sucesso nesta etapa, é de suma importância não criticar nenhuma ideia, acatar ideias incomuns, gerar o máximo de ideias possível, e associar as ideias. Então pode começar a traduzir planos em realidade onde promove a aplicação das propostas de melhoria. Essa execução pode ocorrer através de ferramentas de qualidade. Se atendo para eventuais objeções que, mesmo durante a implementação das propostas, podem surgir. Tais objeções, em alguns casos, podem ser coerentes, porém faz-se necessário que o profissional saiba discernir o que realmente pode ser um impedimento para mudanças. Basicamente, este estágio consiste na geração, seleção e implementação das ações de melhoria.

- **Controle** – Logo, o ultimo estágio, a avaliação dos resultados e documentação do processo (padronização). Onde ocorre o monitoramento para assegurar a manutenção e evolução das melhorias. Tendo como pressuposto que o Kaizen consiste na melhoria continua, dado finalizada toda a sequencia proposta pela metodologia, pode-se iniciar um novo Kaizen, pois a busca por melhorias nunca acabam.

## 2.2 FERRAMENTAS

"As ferramentas sempre devem ser encaradas como um MEIO para atingir as METAS ou objetivos" (Ciro Yoshinaga,1988)

Segundo Juliano Magalhães (2012), as ferramentas da qualidade são técnicas que foram estruturadas a partir da década de 50 e com base em conceitos e práticas já existentes. O uso das ferramentas da qualidade tem sido de suma importância para os sistemas de gestão.

Atualmente, encontram-se inúmeras ferramentas de qualidade, expressas de variadas formas, tais como dispositivos, gráficos, procedimentos, operações, praticas e mecanismos. Estes podem cooperar para a identificação e percepção de problemas insatisfatórios a qualquer processo, com o proposito de definir, mensurar e analisar. Estas ferramentas auxiliam na resolução da maioria dos problemas existentes nas empresas ou organizações, porém, o sucesso destas depende da execução correta.

### **2.2.1 Programa 5S**

O 5S é uma metodologia que foi criada e desenvolvida no Japão no final da década de 60, após a 2ª Guerra Mundial, inicialmente para combater a sujeira das fábricas, consiste a um conjunto de práticas que primam pela melhoria do desempenho das pessoas e processos e a redução de desperdícios a partir da organização do local de trabalho. Em 1991 chegou oficialmente no Brasil, através da Fundação Christiano Ottoni (LAPA, 1998 apud FRAZEN 2012).

De acordo com Haroldo Ribeiro (2015) o programa 5S é geralmente apresentado uma ferramenta cujo objetivo é a melhoria da aparência dos ambientes de trabalho, o programa é muito mais que um material de apoio. Ele tem uma nobre missão: atingir, de uma forma lúdica, alguns aspectos culturais da organização e, desta forma, estimular a evolução de pensamentos e comportamentos a níveis mais adequados, produtivos e úteis para a geração de um clima organizacional mais saudável. Sem dúvidas, o 5S é uma proposta de reeducação de práticas e valores frequentemente esquecidos, mas certamente conhecidos e prezados por todos, o 5S age de forma intensa, pois trabalha o aprender fazendo e, assim, tem um impacto muito mais expressivo na mudança do comportamento, além de poder ser usado, aplicável, como modelo simplificado e de baixo custo de programas de gestão empresariais mais complexo e elaborados. Seu foco principal é no combate ao desperdício, seja de tempo, de materiais ou na perda humana temporária ou permanente (RIBEIRO,2006).

Todo ambiente deve seguir padrões operacionais, os quais especificam métodos, procedimentos e condições de trabalho, para alcançar uma qualidade de trabalho satisfatória. Por conseguinte, esses padrões devem garantir a execução das tarefas de forma fácil, correta e segura, sem riscos e num ambiente favorável (LAPA, 1998 apud FRAZEN 2012).

Segundo FRAZEN (2012), padrões operacionais não descrevem apenas sequências de tarefas ou ações, mas devem especificar também os recursos necessários para sua execução.

Isto se torna relevante pois, a partir do conhecimento disto, o executante pode controlar a eficiência do seu trabalho em termos de facilidade de execução, qualidade do resultado e segurança nas ações. A adoção de padrões operacionais conduz portanto para uma redução de erros e falhas e conseqüente eliminação de desperdício, seja de tempo, energia ou materiais.

Entretanto, é difícil consolidar a adoção de padrões operacionais em ambientes e situação de desordem relativa a equipamentos, peças, materiais, ferramentas etc. Da mesma forma, a existência de objetos estranhos, poeira, lama, lixo e outros nos locais de trabalho, podem não somente influenciar negativamente na saúde e integridade dos executantes como também causar danos, defeitos e falhas em equipamentos. O resultado disto são quebras inesperadas de equipamentos, ferramentas não disponíveis, deterioração de peças e materiais. (LAPA, 1998 apud FRAZEN 2012).

Ainda de acordo com FRAZEN (2012) o sucesso na adoção de padrões operacionais pode ser obtido somente após estabelecido os padrões de Utilização, Ordenação e Limpeza, bem como o desenvolvimento do Senso de Asseio e educação para execução dos padrões, disciplinadamente. Em outras palavras, a adoção dos conceitos de 5S constitui um passo importante e fundamental no desenvolvimento de atitudes positivas na condução da padronização de tarefas.

O termo 5S é derivado de cinco palavras japonesas, todas iniciadas com a letra S. Na interpretação dos ideogramas que representam essas palavras, do japonês para o inglês, conseguiu-se encontrar palavras que iniciavam com a letra S e que tinham um significado aproximado do original em japonês. Porém, o mesmo não ocorreu com a tradução para o português. A melhor forma encontrada para expressar a abrangência e profundidade do significado desses ideogramas foi acrescentar o termo "Senso de" antes de cada palavra em português que mais se aproximava do significado original. Assim, termo original 5S ficou mantido, mesmo na língua portuguesa. O termo 'Senso de' significa "exercitar a capacidade de apreciar, julgar e entender". Significa ainda a "aplicação correta da razão para julgar ou raciocinar em cada caso particular". (LAPA, 1998 apud MAGALHÃES 2012)

A tabela 1 que expõe melhor em que consiste cada S e o porque do uso desse termo:

**Tabela 1. Correlação entre a origem 5S e seus significados**

	JAPONÊS	INGLÊS	PORTUGUÊS	
1ºS	Seiri	Sorting	Senso de	<b>Utilização</b>
				Arrumação
				Organização
				Seleção
2ºS	Seiton	Systematizing	Senso de	<b>Ordenação</b>
				Sistematização
				Classificação
3ºS	Seiso	Sweeping	Senso de	<b>Limpeza</b>
				Zelo
4ºS	Seiketsu	Sanitizing	Senso de	<b>Asseio</b>
				Higiene
				Saúde
				Integridade
5ºs	Shitsuke	Self-disciplining	Senso de	<b>Autodisciplina</b>
				Educação
				Compromisso

Fonte: Magalhães (2012)

O 5S um sistema organizador, mobilizador e transformador de pessoas e organizações, tal como as filosofias do Just-in-time (no tempo certo), Jidoka (autodeteção) e manutenção produtiva total. Esta pode ser usada em qualquer âmbito, pois é simples, não tem custo elevado, e é de fácil acesso e compreensão. (VANTI, 1999)

Os cinco sentidos que dão nome à metodologia 5S e têm a sua origem nas seguintes iniciais das palavras japonesas, e abaixo estão devidamente esclarecidas: (LAPA, 1998 apud MAGALHÃES 2012)

- **Seiri** (Utilização) – Basicamente consiste em identificar materiais, equipamentos, ferramentas, utensílios, informações e dados necessários e desnecessários, descartando ou dando a devida destinação àquilo considerado desnecessário ao exercício das atividades. Observe que "guardar" constitui instinto natural das pessoas. Portanto, o Senso de Utilização pressupõe que além de identificar os excessos e/ou desperdícios, estejamos também preocupados em identificar "o porquê do excesso" de modo que medidas preventivas possam ser adotadas para evitar que o acúmulo destes excessos voltem a ocorrer. Na terminologia da Qualidade, denominamos esta ação de "bloqueio das causas".

- **Seiton** (Ordenação) – Organizar espaços no local de trabalho e definir locais de arrumação para o material e ferramentas devidamente identificados. Esta preocupação permite que esteja tudo acessível e alcançável no mínimo espaço de tempo. Popularmente significa "cada coisa no seu devido lugar". Na definição dos locais apropriados, adota-se como critério a facilidade para estocagem, identificação, manuseio, reposição, retorno ao local de origem após uso, consumo dos itens mais velhos primeiro, dentre outros.
- **Seiso** (Limpeza) – Manter a área de trabalho, equipamento e máquinas limpas. Ter Senso de Limpeza é eliminar a sujeira ou objetos estranhos para manter limpo o ambiente (parede, armários, o teto, gaveta, estante, piso) bem como manter dados e informações atualizados para garantir a correta tomada de decisões. O mais importante neste conceito não é o ato de limpar mas o ato de "não sujar". Isto significa que além de limpar é preciso identificar a fonte de sujeira e as respectivas causas, de modo a podermos evitar que isto ocorra.
- **Seiketsu** (asseio) – Ter Senso de Asseio significa criar condições favoráveis à saúde física e mental, garantir ambiente não agressivo e livre de agentes poluentes, manter boas condições sanitárias nas áreas comuns e zelar pela higiene pessoal. Definir regras de arrumação e limpeza para cada local de trabalho, usar ajudas visuais e usar as mesmas ferramentas em todas áreas de trabalho para tornar mais fácil o seu uso pelos operadores;
- **Shitsuke** (autodisciplina) – Este senso significa desenvolver o hábito de observar e seguir normas, regras, procedimentos, atender especificações, sejam elas escritas ou informais. Este hábito é o resultado do exercício da força mental, moral e física.. É importante que seu desenvolvimento seja resultante do exercício da disciplina inteligente que é a demonstração de respeito a si próprio e aos outros. Basicamente deve se manter a organização, a limpeza e rever o controle visual. Desenvolver um sistema do tipo lista de verificação (checklist) e de ajudas visuais com o intuito da melhoria contínua.

### 2.2.2 Brainstorming

O Brainstorming é uma ferramenta associada à criatividade e é, por isso, preponderantemente usada na fase de Planejamento (na busca de soluções). O método Brainstorming foi inventado por Alex F. Osborn em 1939 quando ele presidia, à época, uma

importante agência de propaganda. Este, é usado para que um grupo de pessoas crie o maior número de idéias acerca de um tema previamente selecionado. O seu nome deriva de Brain (mente) e Storming (tempestade), que se pode traduzir como: Tempestade Cerebral. É também usada para identificar problemas - no questionamento de causas - ou para se fazer a análise da relação causa-efeito. (MEIRELES 2001).

Trata-se de uma técnica bastante difundida por sua simplicidade, sendo utilizada nas mais diversas áreas do conhecimento. Esta não envolve noções de certo ou errado, todas as contribuições são consideradas válidas, visto que, este objetiva a geração de novas ideias, deixando fluir a imaginação espontaneamente. Com a ajuda de um mediador, coleta-se as ideias verbalizadas pelos membros do grupo de participantes acerca de: (MEIRELES 2001).

- Quais os problemas notados;
- Como melhorá-los;
- De qual forma melhoraria a situação em questão.

### **2.2.3 Folha de verificação**

A Folha de Verificação, que atualmente é conhecida por Check list, é uma ferramenta administrativa relativamente simples e destina-se a receber apontamentos para a certificação de que os passos ou itens pré-estabelecidos foram cumpridos ou para avaliar em que nível eles estão, são usadas ainda para medir a frequência de certos eventos. ( MEIRELES, 2001)

De acordo com Meireles (2001), esta é um instrumento, em princípio, muito simples destinado a coletar informações quanto à ocorrência de determinados eventos. Porém, a despeito da sua aparente simplicidade, deve ser bem projetada para coletar as informações com precisão e eficácia.

Basicamente uma Folha de Verificação é usada para coletar dados pertinentes a um processo ou problema. Aplica-se, portanto, para coletar informações que serão, posteriormente, alvo de análise. Geralmente quando usada como ferramenta de qualidade, tem particular importância na fase de observação, mas seu uso pode se estender às fases de identificação do problema, análise do problema e mesmo no plano de ação. Na fase de planejamento, a Folha de Verificação surge como instrumento de medida especificamente planejado para medições futuras ( MEIRELES, 2001).

É feita geralmente em forma de formulários, contendo as devidas identificações, legendas e perguntas pertinentes, expostas de forma clara e de acordo com o público alvo, para que se tenha sucesso na coleta de dados (MEIRELES, 2001).

## 2.3 NORMAS REGULAMENTADORAS

As Normas Regulamentadoras (NR) “tratam-se do conjunto de requisitos e procedimentos relativos à segurança e medicina do trabalho, de observância obrigatória às empresas privadas, públicas e órgãos do governo que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT)”, as NR’s foram aprovadas pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), na Portaria N 3.214/78, de 8 de junho de 1978, e estabelecem os requisitos técnicos e legais sobre os aspectos mínimos de Segurança e Saúde Ocupacional (SSO). Atualmente, existem 36 Normas Regulamentadoras. Já disponibilizado para consulta pública o texto técnico básico para criação da Norma Regulamentadora 37. (SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO, 2014).

São as seguintes as Normas Regulamentadoras:

- NR 1 - Disposições Gerais;
- NR 2 - Inspeção Prévia;
- NR 3 - Embargo ou Interdição;
- NR 4 - Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho;
- NR 5 - Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA);
- NR 6 - Equipamento de Proteção Individual;
- NR 7 - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional;
- NR 8 – Edificações;
- NR 9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais;
- NR10 - Serviços em Eletricidade;
- NR 11 - Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais;
- NR 12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos;
- NR 13 - Caldeiras e Vasos de Pressão;
- NR 14 – Fornos;
- NR 15 - Atividades e Operações Insalubres;
- NR 16 - Atividades e Operações Perigosas;
- NR 17 – Ergonomia;
- NR 18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção;
- NR 19 – Explosivos;
- NR 20 - Líquidos Combustíveis e Inflamáveis;
- NR 21 - Trabalhos a céu aberto;
- NR 22 - Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração;
- NR 23 - Proteção contra incêndios;
- NR 24 - Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho;

- NR 25 - Resíduos Industriais;
- NR 26 - Sinalização de Segurança;
- NR 27 - Registro Profissional do Técnico de Segurança do Trabalho no Ministério do Trabalho;
- NR 28 - Fiscalização e Penalidades;
- NR 29 - Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho Portuário;
- NR 30 - Segurança e Saúde no Trabalho Aquaviário;
- NR 31 - Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura;
- NR 32 - Segurança e Saúde no Trabalho em Estabelecimentos de Saúde;
- NR 33 - Segurança e Saúde no Trabalho em Espaços Confinados;
- NR 34 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção e Reparação Naval;
- NR 35 - Trabalho em Altura;
- NR 36 – Segurança e Saúde no Trabalho em Empresas de Abate e Processamento de Carnes e Derivados;
- NR 37 - (Em consulta pública) – Segurança e Saúde em Plataformas de Petróleo.

Este item informa e discorre sobre as normas de segurança aplicáveis ao dado laboratório de ensino, visto que existe um limiar para se trabalhar de acordo com as normas regulamentadoras diante da realidade cultural e econômica do espaço. As normas são de suma importância, mas acabam não sendo cumpridas em sua totalidade, por diversos fatores, principalmente por conta das limitações financeiras. Os laboratórios universitários são ambientes de trabalho particulares em função de seus objetivos, que são voltados para o ensino, pesquisa e extensão. Nestes ambientes laboratoriais estão presentes máquinas, equipamentos e materiais, entre outros, considerados fatores de risco em potencial, que podem causar variados tipos de acidentes. Devido à presença desses fatores de risco, a segurança nas práticas de ensino nestes laboratórios representa elemento essencial no ensino, para que os discentes executem suas atividades acadêmicas, com qualidade e produtividade.

Nem todas as normas são cabíveis para este laboratório, portanto serão explanadas somente as normas usadas neste trabalho.

### **2.3.1 NR 6 Equipamento de proteção individual**

Para os fins de aplicação desta Norma Regulamentadora - NR, considera-se Equipamento de Proteção Individual - EPI, todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a integridade e a saúde no trabalho. A empresa é obrigada a fornecer gratuitamente EPI adequado ao risco decorrente de sua atividade, que esteja em perfeito estado de conservação e funcionamento. Também é responsabilidade da empresa que os EPI's estejam sendo utilizados (BRASIL, 2001).

É válido ressaltar que segundo o item 6.2 – o equipamento de proteção individual, de fabricação nacional ou importado, só poderá ser posto à venda ou utilizado com a indicação do Certificado de Aprovação – CA, expedido pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho do Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL 2001).

### **2.3.1 NR 6 Programa de Prevenção de Riscos Ambientais**

Esta Norma Regulamentadora - NR estabelece a obrigatoriedade da elaboração e implementação, por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados, do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais - PPRA, visando à preservação da saúde e da integridade dos trabalhadores, através da antecipação, reconhecimento, avaliação e conseqüente controle da ocorrência de riscos ambientais existentes ou que venham a existir no ambiente de trabalho, tendo em consideração a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais. De acordo com a Portaria nº 05, de 17 de agosto de 1992, do Ministério do Trabalho e Emprego, a elaboração do Mapa de Riscos é obrigatória para empresas com grau de risco e número de empregados que exijam a constituição de uma Comissão Interna de Prevenção de Acidentes. Dado esse pressuposto, o Mapa de Riscos é de fundamental importância em quaisquer lugares que ofereçam riscos, principalmente em lugares didáticos, para implantar desde a base a cultura de conscientização e prevenção de acidentes, visto que os números de acidentes ainda são relativamente altos e causados por erros que poderiam ser evitados, se a segurança no trabalho fosse mais respeitada e seguida rigorosamente. (BRASIL 1994)

Basicamente, o Mapa de Riscos é a representação gráfica dos riscos de acidentes nos diversos locais de trabalho, inerentes ou não ao processo produtivo, baseada no layout da instituição, devendo ser afixado em locais acessíveis e de fácil visualização no ambiente de

trabalho, com a finalidade de informar e orientar todos os que ali atuam e outros que, eventualmente, transitem pelo local. Que tem como finalidade evitar a ocorrência de acidentes e garantir a segurança da equipe durante a realização do trabalho diário ( SEGPLAN-GO, 2012)

No Mapa de Riscos, os círculos de cores e tamanhos diferentes mostram os locais e os fatores que podem gerar situações de perigo em função da presença de agentes químicos, físicos, biológicos, ergonômicos e de acidentes. De acordo com a Portaria nº 25, o Mapa de Riscos deve ser elaborado pela CIPA, com a participação dos trabalhadores envolvidos no processo produtivo e com a orientação do Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT) do estabelecimento, quando houver. É considerada indispensável à colaboração das pessoas expostas ao risco. Através de círculos de diferentes tamanhos indicando a gradação do risco (figura 1a), onde esses são preenchidos pelas cores correspondentes ao tipo de risco encontrado no ambiente. Quando há a existência de riscos de tipos diferentes num mesmo ponto, divide-se o círculo conforme a quantidade de riscos em 2, 3, 4 e até 5 partes iguais, cada parte com a sua respectiva cor, conforme a (figura 1b), este procedimento é chamado de critério de incidência:

**Figura 1. a) Círculos indicando a gradação dos riscos; b) Critério de incidência.**



Fonte: SEGPLAN-GO (2012)

As cores, o mapa de risco tem o objetivo de informar e conscientizar os funcionários numa fácil visualização das ameaças presentes, sendo uma ferramenta essencial para a Segurança e Saúde do Trabalho. Identificação dos riscos. No gráfico, cada risco é representado por uma cor e classificados por: químicos (vermelho), físicos (verde), biológicos (marrom), ergonômicos (amarelo) e de acidentes (pelo azul). Além das cores, os círculos podem ser pequenos, médios ou grandes, dependendo do risco identificado. Quanto maior o círculo, maior é a ameaça existente no local de trabalho. Dessa forma, além de qualificar o risco, é possível quantificá-lo de forma simples e objetiva ( SEGPLAN-GO,2012) .

Para fazer o mapa de riscos, consideram-se os riscos ambientais provenientes de:

- **Riscos Químicos( vermelho):** São considerados agentes químicos, aqueles capazes de provocar riscos à saúde, como poeiras, fumos névoas, vapores, gases, produtos químicos em geral, neblina, etc;
- **Riscos Físicos(verde):** São considerados agentes físicos, aqueles capazes de provocar riscos à saúde, como ruídos, vibrações, radiações ionizantes e não ionizantes, pressões anormais, temperaturas extremas, iluminação deficiente, umidade, etc;
- **Riscos Biológicos (marrom):** Microrganismos e animais são os agentes biológicos que podem afetar a saúde do trabalhador. São considerados agentes biológicos os bacilos, bactérias, fungos, protozoários, parasitas, vírus. Entram nesta classificação também os escorpiões, bem como as aranhas, insetos e ofídios peçonhentos;
- **Riscos Ergonômicos (amarelo):** São os agentes caracterizados pela falta de adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas do trabalhador. Entre os agentes ergonômicos mais comuns estão o trabalho físico pesado, posturas incorretas, treinamento inadequado/inexistente, trabalhos em turnos, trabalho noturno, atenção e responsabilidade, monotonia, ritmo excessivo, etc;
- **Riscos Mecânicos (azul):** São arranjo físico inadequado, máquinas e equipamentos sem proteção, ferramentas inadequadas ou defeituosas, iluminação inadequada, eletricidade, probabilidade de incêndio ou explosão, armazenamento inadequado, falta de sinalização, EPI inadequado ou inexistente, entre outras situações de risco que poderão contribuir para a ocorrência de acidentes.

### 2.3.3 NR 12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos

Esta Norma Regulamentadora e seus anexos definem referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores e estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos de todos os tipos, e ainda à sua fabricação, importação, comercialização, exposição e cessão a qualquer título, em todas as atividades econômicas, sem prejuízo da observância do disposto nas demais Normas Regulamentadoras – NR aprovadas pela Portaria nº 3.214, de 8 de junho de 1978, nas normas técnicas oficiais e, na ausência ou omissão destas, nas normas internacionais aplicáveis (BRASIL, 2010). Entende-se como fase de utilização a construção, transporte, montagem,

instalação, ajuste, operação, limpeza, manutenção, inspeção, desativação e desmonte da máquina ou equipamento (BRASIL, 2015).

Esta norma refere-se a máquinas e equipamentos novos e usados, exceto nos itens em que houver menção específica quanto à sua aplicabilidade. Segundo a NR-12 (2010), o empregador tem como função adotar medidas de proteção para todos os funcionários e inclusive para os que forem portadores de necessidades especiais, que também se encontram neste contexto, para que assim se garanta a saúde e a integridade física, mental, social e intelectual de todos os trabalhadores. Todas as medidas de proteção seguem uma ordem de prioridade que é a adoção de equipamentos de proteção coletiva, em primeiro lugar é implantada a proteção no local de trabalho para que não sobrecarregue o fator humano, caso não seja suficiente deve-se adotar medidas administrativas intervendo em mudanças de layout, mudança de função, intercalar, entre outras e por fim e em última instância a implantação do uso de equipamentos de proteção individual.

São consideradas medidas de proteção, a ser adotadas nessa ordem de prioridade: (BRASIL, 2015)

- Medidas de proteção coletiva;
- Medidas administrativas ou de organização do trabalho;
- Medidas de proteção individual.

#### **2.3.4 NR 17 – Ergonomia**

O Ministério do trabalho e Previdência Social instituiu a portaria nº 3.751 em 23/11/90 que baixou a Norma Regulamentadora – NR-17, que trata especificamente da ergonomia. Basicamente, esta norma visa estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características fisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo conforto, segurança e desempenho eficiente (BRASIL, 1990).

Resumidamente, pode-se dizer que a ergonomia se aplica ao projeto de máquinas, equipamentos, sistemas e tarefas, com o objetivo de melhorar a segurança, saúde, conforto e eficiência no trabalho. No projeto do trabalho e nas situações cotidianas, a ergonomia focaliza o homem. As condições de insegurança, insalubridade, desconforto e eficiência são eliminadas quando adequadas às capacidades e limitações físicas e psicológicas. Esta estuda vários aspectos: postura e os movimentos corporais (sentado, em pé, empurrando, puxando e levantando pesos), fatores ambientais (ruídos, vibrações, iluminação, clima, agentes

químicos), informações (informações captadas pela visão, audição e outros sentidos), controles, relações entre mostradores e controles, bem como cargos e tarefas (tarefas adequadas, cargos interessantes). A conjugação adequada desses fatores permite projetar ambientes seguros, saudáveis, confortáveis e eficientes, tanto no trabalho quanto na vida cotidiana. (BRASIL 2007)

Neste sentido, então, pode-se classificar a ergonomia de três maneiras: (BRASIL 2007)

**Quanto à abrangência:**

- Ergonomia de Posto de Trabalho: Abordagem micro ergonômica;
- Ergonomia e sistema de produção: abordagem macro ergonômica.

**Quanto à contribuição:**

- Ergonomia de Concepção: é a aplicação de normas e especificações ergonômica em projetos de ferramentas e posto de trabalho, antes de sua implantação;
- Ergonomia de Correção: é a modificações de situações de trabalho já existentes. Portanto, o estudo ergonômico só é feito após a implantação do posto de trabalho;
- Ergonomia de Arranjo Físico: é a melhoria de sequências e fluxos de produção, através da mudança de layout das plantas industriais.

**Quanto à interdisciplinaridade:**

- Engenharia: é o projeto e a produção ergonomicamente corretos, garantindo a segurança, a saúde e a eficácia do ser humano no trabalho;
- Design: é a aplicação das normas e especificações ergonômicas no projeto e design de produtos;
- Psicologia: recrutamento, treinamento e motivação pessoal;
- Medicina e Enfermagem do Trabalho: é a prevenção de acidentes e de doenças do trabalho;
- Administração: gestão de recursos humanos, projetos e mudanças organizacionais.

## 2.4 LAYOUT

Segundo Jones e George (2008) layout é a técnica de administração de operações cujo objetivo é criar a interface homem-máquina para aumentar a eficiência do sistema de produção, ou seja, ter um arranjo físico eficiente. Em complemento, Paranhos Filho (2007) denota que um fluxo bem estudado permite o rápido atravessamento do produto pelo sistema produtivo. Assim, conseqüentemente, menos tempo é perdido em cada recurso e ocorre a

rápida transformação da matéria-prima em produto final, reduzindo o lead time da produção. Este autor ainda acrescenta que o arranjo físico é muito importante para a produtividade, pois o fluxo dos processos pode ser otimizado ou prejudicado em função da distribuição física dos equipamentos. Deve, por isso, ser bem estudado porque as alterações futuras podem ser custosas ou mesmo não praticáveis.

#### **2.4.1 Tipos de Layout**

Segundo Jones e George (2008), existem três formas básicas de se arranjar as estações de trabalho:

- **Layout por produto:** As máquinas são organizadas de modo que cada operação necessária para fabricar um produto seja realizada em estações de trabalho dispostas em uma sequência fixa. Normalmente os operários ficam parados nesse arranjo e uma esteira transportadora move o produto que está sendo trabalhado para a estação de trabalho seguinte, e assim ele é montado progressivamente, produção em série é o nome familiar para este arranjo.
- **Layout por processo:** As estações de trabalho não são organizadas em uma sequência fixa. Em vez disso, cada estação de trabalho é relativamente autônoma e um produto vai para qualquer estação de trabalho que seja necessária para realizar a operação seguinte para completar o produto. O layout por processo normalmente é adequado para ambientes fabris que produzem uma série de produtos sob encomenda, cada um deles adequado às necessidades de um diferente tipo de cliente. Um layout por processo oferece a flexibilidade necessária para mudar o produto. Entretanto, tal flexibilidade normalmente reduz a eficiência, pois tem um alto custo.
- **Layout com posição fixa:** O produto permanece em uma posição fixa. Suas partes componentes são produzidas em estações de trabalho remotas e levadas para a área de produção para a montagem final. As equipes autogeridas estão cada vez mais usando layout com posição fixa. As equipes diferentes montam cada parte componente e, depois, enviam essas partes para a equipe de montagem final, que faz o produto final.

#### **2.4.2 Melhorias no Layout**

A implementação, alteração ou adequação do arranjo físico nas organizações são geralmente definidas pelos níveis estratégico e tático das empresas, tendo em vista que se trata de uma decisão que envolve alto custo e planejamento. Para Peinado e Graeml (2007) as

decisões sobre mudança do arranjo físico derivam de diversos motivos, tais como: necessidade de expansão da capacidade produtiva; elevado custo operacional; introdução de nova linha de produtos e; melhoria do ambiente de trabalho.

Peinado e Graeml (2007) ainda destacam os princípios básicos que devem ser analisados para implementação do layout nas empresas: segurança: todos os processos que podem gerar risco para os agentes envolvidos não devem estar acessíveis a pessoas não autorizadas. Saídas de emergência devem estar claramente sinalizadas e acessíveis; economia de movimentos: as distâncias percorridas pelos recursos transformados devem ser reduzidas ao máximo; flexibilidade de longo prazo: o layout deve ser flexível para mudanças sempre que as necessidades da operação exijam mudanças; princípio da progressividade: o arranjo físico deve ter um fluxo definido e claro a ser percorrido, evitando retornos e caminhos aleatórios; uso do espaço: deve privilegiar o uso adequado do espaço disponível, considerando também a utilização do espaço vertical da área produtiva.

É de suma importância o conhecimento sobre layout do ambiente e reconhecer se este é viável e eficiente, e reconhecer ou não a necessidade de melhorias, pois de acordo com Silva (2016) um layout correto proporciona um fluxo de comunicação entre as atividades de maneira mais eficiente e eficaz, melhorando a utilização das áreas produtivas, obtendo maior facilidade na administração das tarefas, diminuindo, assim, os problemas ergonômicos e flexibilizando os processos em casos de mudanças e ou adequações.

### 3 METODOLOGIA

Este item irá proceder a resolução do problema através do Kaizen. Fundamentado nas ferramentas 5S e Brainstormin. Serão levadas em conta todas as análises realizadas, para a elaboração das alternativas de melhorias e as respectivas implementações.

A metodologia Kaizen será aplicada no Laboratório de Térmicas e Fluídos através do evento Kaizen, no qual todos os responsáveis e colaboradores serão envolvidos e no final apresentará resultados claros e atrativos, evidenciando o sucesso e relevância. É um trabalho focado na revitalização, onde uma equipe pré-determinada fique totalmente dedicada a obter o máximo de melhorias possíveis dentro de um cronograma, seguindo os pressupostos, e fazendo o máximo dentro das limitações.

O evento Kaizen será estruturado de acordo com os seguintes passos:

1. Vistoria e coleta de dados;
2. Planejamento e preparação;
3. Implementação;

#### 3.1 VISTORIA E COLETA DE DADOS

A vistoria foi realizada dia 18 de outubro de 2017, afim de fazer as primeiras ponderações sobre o Laboratório de Térmicas e Fluídos. Que foram devidamente apresentadas, sendo estabelecido um passo de confiança, dado que um dos pressupostos de um bom líder Kaizen é ser acessível, conheça a equipe e tenha boa aceitação.

Esta foi realizada para predeterminar as ferramentas e métodos necessários a revitalização do laboratório, e criar uma comunicação com todos os usuários do laboratório, visto que é de suma importância para a implantação do projeto Kaizen, que este venha de forma natural, que desperte interesse, que os usuários aceitem a metodologia e sintam a necessidade da melhoria e consigam vislumbrar seus benefícios.

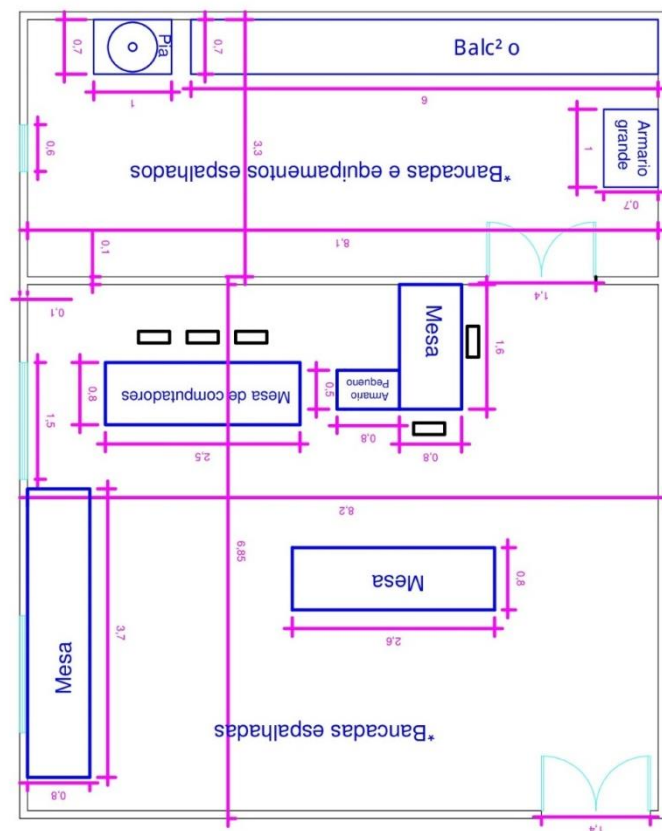
Os dados coletados foram:

- Contato de todos os usuários;
- Layout;
- Aspectos físicos do ambiente;
- Coleta de indicadores;
- Levantamento das condições do laboratório na primeira vistoria.

### 3.1.1 Layout

O layout de um espaço retrata basicamente o arranjo físico deste, é muito importante para a produtividade, pois o fluxo dos processos pode ser otimizado ou prejudicado em função da distribuição física dos equipamentos. Por isso tem-se a preocupação de analisar o layout do ambiente correlacionando com as atividades realizadas no meio, de forma correta e minuciosa. O primeiro layout obtido foi para representação, medidas e móveis presentes no laboratório (figura 3).

**Figura 2. Layout do laboratório na primeira vistoria.**



Fonte: Autoria própria.

### 3.1.2 Componentes do ambiente

A tabela 2, descrevendo detalhadamente setor, máquina e mesas (basicamente o que compõe o laboratório) e para que são usadas.

**Tabela 2. Descrição dos Móveis do Laboratório.**

Descrição	Quantidade
Armário Grande	1
Armário Pequeno	1
Mesas Grandes	2
Mesas Médias	3

Fonte: Autoria própria

**Tabela 2. Continuação.**

Computadores	3
Cadeiras de Escritório	2
Cadeiras Pequenas	5
Cadeira Tripla	1


Fonte: Autoria própria

### 3.1.3 Coleta de indicadores

Para verificação de necessidade e relevância deste trabalho, foi aplicados os Check lists (folha de verificação), como ferramenta para apuração dos indicadores, antes do Kaizen, com todos os usuários do laboratório, onde estes atribuíram notas de acordo com a especificação da avaliação e condizente com a realidade. Optou-se pela coleta de indicadores através dos Check Lists, pois são ferramentas de gestão relativamente simples e que atendiam as expectativas exigidas neste trabalho. Consistem em, questionários que ajudam a organizar e padronizar a coleta de dados, facilitando o processo e o tornando mais enxuto.

Primeiramente foi realizado um Check list para Controle de Qualidade Geral do laboratório (Quadro 3), que contém a média de pontuação referente a cada item. Os itens do questionário foram determinados de acordo com as ferramentas a serem utilizadas, e os pontos onde foram observadas necessidades de mudanças.

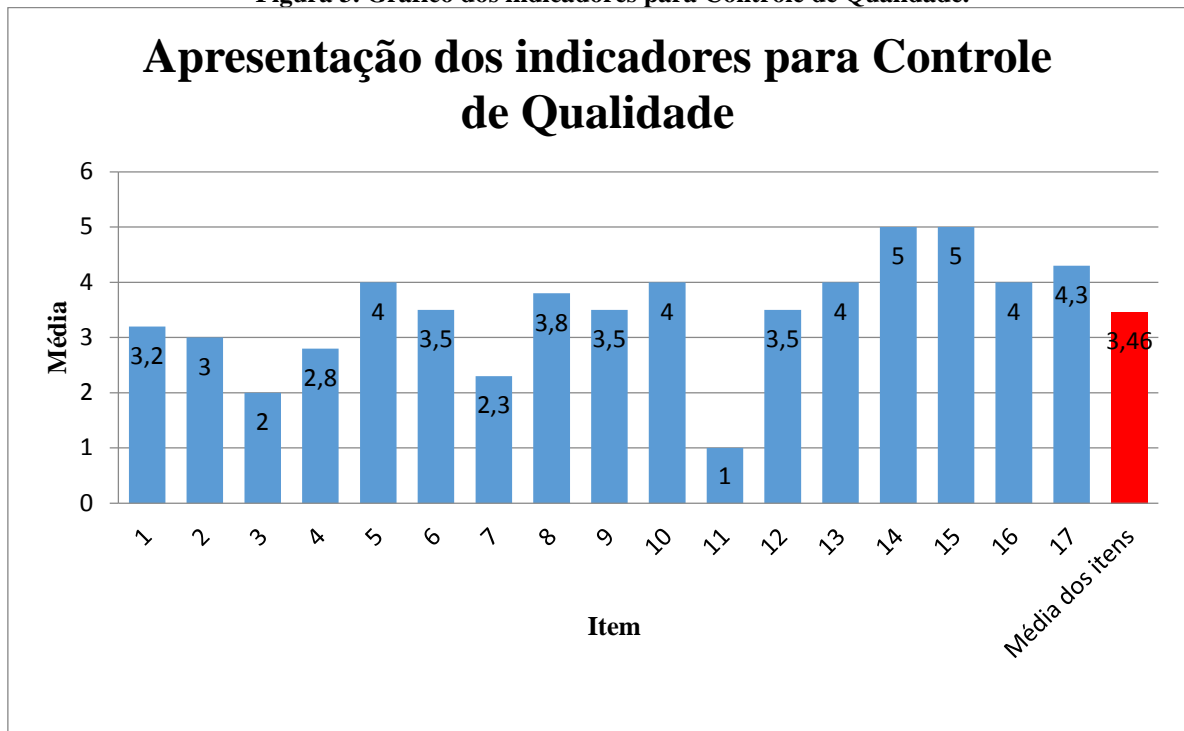
Quadro 3. Check list para Controle de Qualidade Geral do laboratório

 <h2 style="margin: 0;">Check list para Controle de Qualidade</h2>	
<p><b>Legenda 0 a 5</b> 5= Excelente (item de acordo com as condições)</p> <p>0=Muito Ruim (item não de acordo)</p> <p>N.A= Não Aplicável</p>	Setor: Laboratório de Térmicas e Fluídos
	Data:
	Nome:
Itens	Pontuação
1- O Laboratório de Térmicas e Fluídos é didático?	
2- Os materiais estão em boas condições?	
3- Todos deixam o ambiente e materiais em ordem?	
4- Oferece segurança e equipamentos de segurança?	
5- As instalações elétricas estão em boas condições?	
6- Os equipamentos disponíveis estão funcionando adequadamente?	
7- O laboratório dispõe de informações e avisos claros?	
8- O laboratório é acessível?	
9- O layout está adequado?	
10- Existe controle de pessoas e equipamentos específicos do Laboratório de Térmicas e Fluídos?	
11- Existe uma lista com o acervo do laboratório?	
12- O laboratório dispõe de recursos para pesquisas ou manual dos equipamentos disponíveis?	
13- Oferece meios de comunicação entre os usuários?	
14- Existe respeito entre os colegas	
15- O laboratório está sempre funcionando nos devidos horários?	
16- Como está a escala de funcionamento do laboratório?	
17- As pessoas respeitam as normas do laboratório?	
<b>Média da pontuação</b>	

Fonte: Autoria própria.

Através deste Check List, elaborou-se o gráfico da Figura 4, que tem o resultados das médias de pontos de cada questão, e a média total de todas as questões. Este apresenta as menores notas, sendo 1 ponto para o item 11 referente ao acervo do laboratório, e 2 pontos para o 3, referente a como os usuários deixam o ambiente e os materiais. Teve as notas máximas em 14 e 15, ou seja o laboratório não está deixando a desejar no respeito entre os colegas e nos horários de funcionamento. No geral teve pontuação razoável para os demais itens, e evidencia os quesitos que merecem mais atenção, para nortear a execução das melhorias.


Figura 3. Gráfico dos indicadores para Controle de Qualidade.



Fonte: Autoria Própria.

Prepôs pelo uso de um Check List específico para a ferramenta 5S (Quadro 4) já que de acordo com as averiguações feitas no Laboratório de Térmicas e Fluídos, seria uma ferramenta de suma importância na fase inicial de implantação das melhorias, atendendo satisfatoriamente as expectativas deste trabalho.

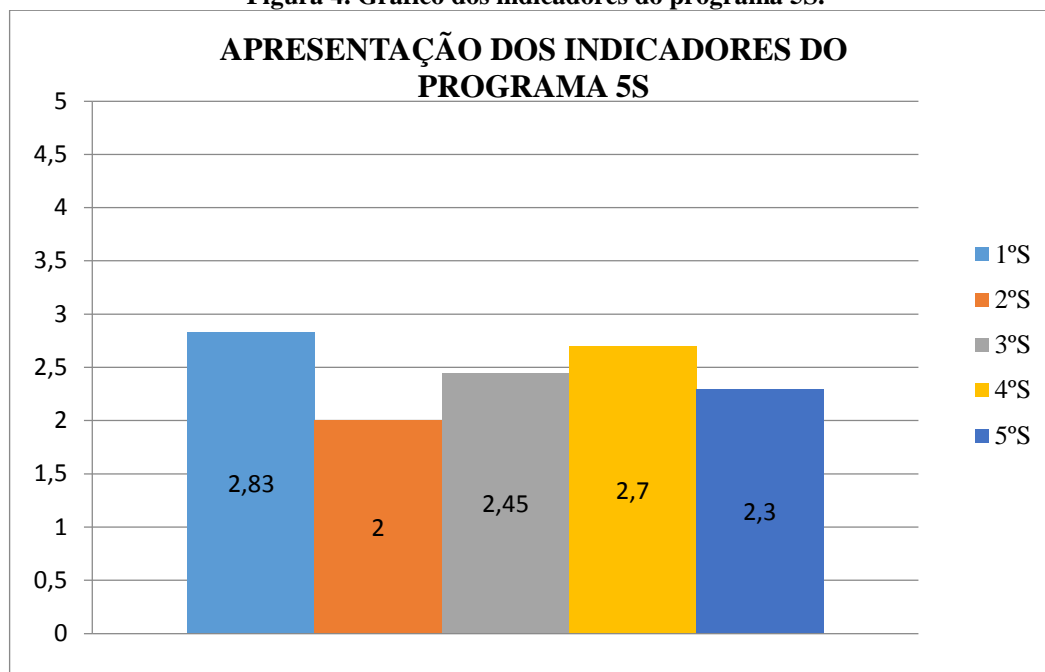
Quadro 4. Check list específico para a ferramenta 5S

		
<b>Check list do 5S</b>		
<b>Legenda 0 a 5</b> <b>5= Excelente (item de acordo com as condições)</b>  <b>0=Muito Ruim (item não de acordo)</b>  <b>N.A= Não Aplicável</b>	Setor: Laboratório de Térmicas e Flúidos	
	Data:	
	Nome:	
	<b>Itens</b>	<b>Pontuação</b>
<b>1ºS- Seiri- Utilização</b>	No local existem somente materiais e/ou objetos necessários para a execução do trabalho?	
	Existe material não conforme o local de trabalho?	
	O aspecto visual da seção demonstra ser agradável?	
	O acesso a itens utilizados todos os dias e a toda hora está adequado?	
	Existem vazamentos de ar, água, óleo ou de fuga de energia?	
	<b>Média da Pontuação</b>	
<b>2ºS- Seiton- Ordenação</b>	Existem materiais espalhados nos corredores, chão, mesa e etc. ?	
	Os materiais estão bem estocados, livres de deterioração, oxidação, umidade, quedas, etc. ?	
	Os materiais estão em locais próprios e bem localizados facilitando o acesso?	
	Produtos em geral, equipamentos, materiais estão identificados corretamente?	
	De modo geral, o aspecto visual da seção passa o ar de organização?	
	<b>Média da Pontuação</b>	
<b>3ºS- Seiso- Limpeza</b>	Existem equipamentos, utensílios, ferramentas, dispositivos, etc., sujos ou em mal estado de conservação?	
	Existe óleo, água ou produto químico, derramado pelo chão?	
	Os produtos existentes estão sujos a ponto de prejudicar ou comprometer a sua qualidade?	
	É possível ler os indicadores das máquinas e equipamentos?	
	Paredes, máquinas ou equipamentos em geral necessitam de pinturas ou limpeza?	
	Existem lixo em geral espalhado pelo chão?	
	De modo geral a seção passa a impressão de ser um ambiente limpo?	
	<b>Média da Pontuação</b>	
<b>4ºS- Seiketsu- Asseio</b>	Os equipamentos estão com bom aspecto? (Observar pintura, ferrugem, sujeira, partes amassadas e etc.)	
	As lâmpadas, luminárias estão limpas e funcionando?	
	De modo geral a seção passa a impressão de ser um ambiente onde existe higiene?	
	Os banheiros e vestiários são de uso comum, se os mesmos estiverem sujos e desorganizados atribuir nota 0.	
	<b>Média da Pontuação</b>	
<b>5ºS- Shitsuke- Autodisciplina</b>	Os objetos e equipamentos são guardados após o uso, em locais determinados e apropriados?	
	Na mudança de turno e após a jornada de trabalho, o padrão de organização se mantém?	
	No local de trabalho, todas as condições estão seguras, livres de acidente?	
	Documentos do Sistema de Qualidade estão sendo utilizados e os registros estão em dia?	
	De modo geral a seção passa a impressão de ser um ambiente disciplinado?	
	<b>Média da Pontuação</b>	

Fonte: Autoria própria, adaptado.

Este gerou o seguinte gráfico (Figura 5), o qual pondera as médias obtidas por cada senso onde o 2ºS obteve a menor nota, seguido pelo 5ºS, demonstrando que os senso que merecem mais atenção são de Ordenação e Autodisciplina, os demais estão pouco acima da nota média 2,5, indicando necessidade de melhorias, pois esta longe do ideal.

Figura 4. Gráfico dos indicadores do programa 5S.



Fonte: Autoria Própria.

### 3.1.4. Levantamento das condições do laboratório na primeira vistoria

Na primeira vistoria, foram realizados os primeiros registros fotográficos da situação do laboratório. Este passo não serviu somente para inspirar o trabalho, escolher as ferramentas adequadas e constatar a necessidade de melhorias, como também para comparar ao final do uso das ferramentas e comprovar a eficácia, pontos positivos e o pode ser melhorado ainda.

A Figura 6 mostra em diversos ângulos (Figura 6a, 6b, 6c, 6d, 6e e 6f), as condições do laboratório antes das melhorias, que demonstram o quanto à sala e o depósito estava desordenados, sujos, e sem indicação de segurança nas operações, não demonstrando caráter didático e desfavorável para atividades práticas:

**Figura 5. Amostragem de fotos coletadas antes das melhorias.**



Fonte: Autoria própria.

## 3.2 PLANEJAMENTO E PREPARAÇÃO

Este passo é conhecido como Pré-Kaizen, onde, quanto melhor for o planejamento e a preparação, menos problemas ocorrerão no evento Kaizen, mais organizados serão os dias de evento e mais fácil será a implantação das melhorias. Para o desenvolvimento satisfatório desta metodologia, foram determinados os seguintes pressupostos.

### 3.2.1 Escolha dos membros da Equipe

O líder Kaizen é o primeiro a ser escolhido. É a pessoa responsável por conduzir o evento Kaizen. Este gerenciará a equipe Kaizen oferecendo suporte em todas as atividades e mantendo o foco nos objetivos do evento. Além disso, é responsável pela organização dos

materiais e ferramentas, pela criação do cronograma do evento e pela escolha dos membros da equipe. O líder determinado foi a Nayara Brito.

Então a equipe Kaizen foi formada. A equipe é caracterizada por ser multidisciplinar e ter membros que saibam trabalhar em equipe. É imprescindível a participação das pessoas que convivem diariamente com o processo a ser analisado e sabem quais os problemas que normalmente ocorrem e a real situação.

A equipe foi escolhida de forma criteriosa com o objetivo de criar uma equipe multidisciplinar, com pessoas empenhadas e com vontade de aprender. Em vista disso, a equipe Kaizen foi composta por:

- O bolsista do laboratório;
- Todos os colaboradores;
- O coordenador do Laboratório de Térmicas e Fluídos;
- Um integrante dos projetos que utilizam o laboratório;
- O Técnico do laboratório.

### **3.2.2 Preparação dos materiais a serem utilizados e reserva de sala para o evento Kaizen**

A área escolhida deve estar organizada para que a equipe Kaizen não perca tempo em preparar a área para que sejam realizadas as análises e para que se possam ser implantadas as melhorias. Essa também é uma das responsabilidades do líder Kaizen.

Para a realização do evento Kaizen, elaborou-se uma lista (tabela 5) de todos os materiais a serem utilizados durante o evento.

**Tabela 5. Descrição dos materiais utilizados no treinamento Kaizen**

Descrição	Quantidade
Computador	1
Projeter	1
Canetas	8
Canetão	2
Folhas de A4	16
Cadeiras	10
Câmera digital	1
Cartazes de divulgação	1
Cartaz para Brainstoming	1
Post it	1

Fonte: Autoria própria.

O local determinado foi o próprio laboratório, visto que este possui o espaço necessário, ou seja, uma tamanho que suporta a equipe Kaizen e os materiais utilizados nesta

etapa, ainda oferece conforto e proporciona um ambiente neutro favorável a interação em grupo, além de permitir principalmente, que a equipe possa ter uma visualização ampla do espaço, da relevância deste e dos benefícios que este trará.

### 3.2.3 Programação do Evento

O evento deve ser agendado junto com o coordenador do laboratório e o técnico do laboratório, pois todos os membros da equipe devem estar aptos a se dedicarem ao evento Kaizen durante os dias programados. É importante combinar os dias e horários que não afetarão outras atividades do laboratório. Este agendamento será disposto no cronograma, tabela 6, disponibilizado para todos da equipe.

**Tabela 6. Cronograma do evento Kaizen**

<b>Atividade</b>	<b>Data prevista</b>
Seminário de sensibilização e treinamento	12/12/2017
Brainstorming	12/12/2017
Elaboração do plano de implantação	15/12/2017
Dia (s) de implantação	Livre, de acordo com a disponibilidade dos colaboradores.
Avaliação	Final da execução das melhorias.

Fonte: Autoria própria.

Os dias de implantação devido a peculiaridades dos colaboradores terem aulas ou seus dias de folga coincidirem com as festas de final de ano, optou-se por separar as tarefas a serem realizadas por cada pessoa, sendo estipulado um prazo para melhor organização, cuidado para que uma tarefa não prejudicasse a execução da outra, desta forma os integrantes da equipe Kaizen realizarão seus trabalhos voluntários de maneira que todos estejam satisfeitos.

Foi dada como alta prioridade a realização desse evento, então, nos dias de implantação das melhorias, foi concedido o aval para o laboratório ter suas atividades paradas e ficar totalmente disponível para o evento. Isso foi de suma importância, pois facilitou implementar muitas melhorias que necessitavam interferir na produção.

### 3.2.4 Treinamento da equipe Kaizen

As instruções a serem passadas para a equipe Kaizen são de suma importância para obter análises e ideias consistentes e relevantes. É essencial que todos saibam o objetivo principal do Kaizen, o papel de cada um e os processos a serem analisados. Além disso, treinar os membros da equipe com as ferramentas a serem utilizadas resultam no maior engajamento e comprometimento, pois além de instruí-los, é uma forma de motivá-los.

Os membros da equipe precisam conhecer a metodologia Kaizen em sua essência e conhecerem as ferramentas a serem utilizadas durante o evento, tais como 5S e Brainstorming. Este treinamento foi realizado pela líder Kaizen, que domina sobre todo o processo e suas variáveis, que também deve inspirar e motivar sua equipe durante o treinamento.

O líder do Kaizen ministrou o treinamento básico apresentado em Power Point (figura 6), com as teorias e exemplificação da metodologia, com os seguintes tópicos:

- Metodologia Kaizen
- 5 S
- Brainstorming

**Figura 6. Treinamento Kaizen**



Fonte: Autoria própria.

Após a apresentação da metodologia, os participantes do treinamento foram instigados a olhar todo o laboratório sob um olhar de melhorias Kaizen, questionados com perguntas como: O que poderia ser melhorado no espaço, nas atividades referentes ao laboratório, nas pessoas e na qualidade? De qual forma? Quais os meios que poderiam ser utilizados?

Com estes questionamentos levantados afim de abrir a mente dos participantes, possibilitou a melhor realização da ferramenta Brainstorming para a sistematização de problemas e soluções.

### 3.2.5 Geração de ideias

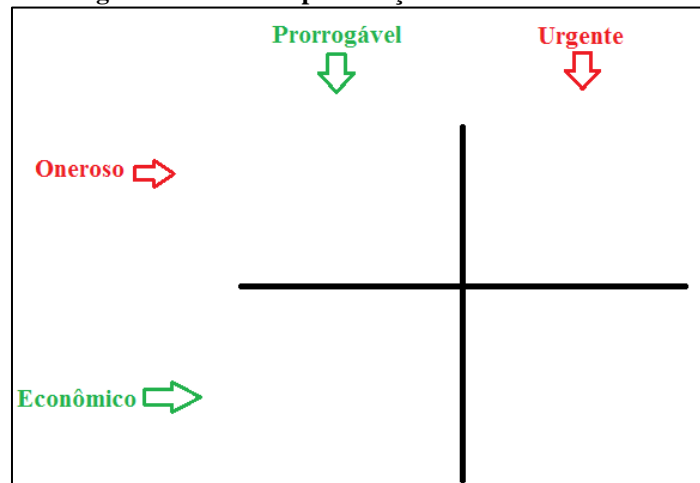
O Brainstorming foi a ferramenta escolhida como forma de coleta e geração de ideias, devido ser dinâmica, de fácil realização e se fazer necessária de acordo com proposta do trabalho. Esta pode ser aplicada em qualquer área, e apresenta sempre resultados satisfatórios quando aplicada de forma correta.

Após o treinamento, com os conceitos ainda em mente, a equipe foi orientada a colocar em prática o Brainstorming, as regras para sua devida execução foram lembradas:

- Uma conversa por vez, ou seja, ninguém deve interferir no o outro;
- Quantidade importa, então devem ser criadas o máximo de ideias possíveis;
- Construir sobre a ideia dos outros;
- As ideias malucas devem ser encorajadas;
- Seja claro e visual;
- Mantenha o foco no tema proposto;
- Não deve haver críticas e nem julgamentos.

Os participantes da dinâmica receberam canetas, folhas e post'it para que todos listassem qualquer oportunidade de melhoria encontradas para o laboratório. Posteriormente, as ideias foram comentadas, complementadas uma a outra quando eram afins, eliminadas as multiplicidade de ideias e assim serem colocadas devidamente na matriz de priorização definida pela Líder Kaizen (Figura 7). Matriz essa que sistematiza as ideias provenientes da dinâmica, permitindo uma melhor organização. Esta possui quatro quadrantes, os quais representam o custo e a necessidade das melhorias necessárias, na vertical do lado esquerdo é o lado para as ideias prorrogáveis e o lado direito vertical as urgentes, no sentido horizontal superior para ideias onerosas, que necessitam de mais recursos, e no sentido horizontal inferior para ideias econômicas. Desta forma, permitindo visualização das melhorias que serão priorizadas de acordo com a urgência e o fator econômico, seguindo um dos princípios Kaizen, que a implementação desta metodologia não requer muitos gastos, para apresentar resultados significativos.

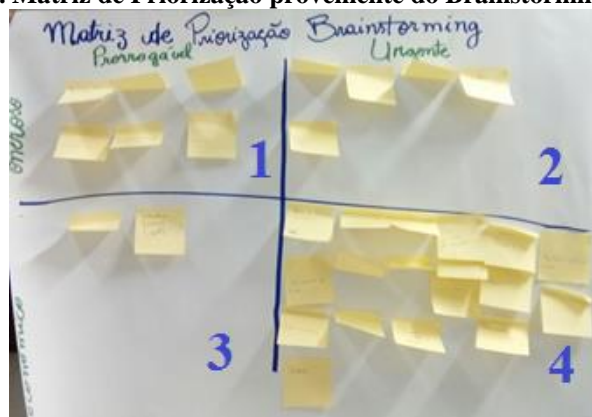
**Figura 7. Matriz de priorização das ideias.**



Fonte: Autoria própria.

Então, para uma melhor organização, todas as ideias escritas nos post-it's, foram separadas e grudadas no cartaz da Figura 8, separadas de acordo com os seus custos de implementação e do impacto impreterível.

**Figura 8. Matriz de Priorização proveniente do Brainstorming.**



Fonte: Autoria própria.

Dessa maneira, as ideias que foram classificadas como de alto impacto e baixo custo serão priorizadas no evento Kaizen como mostra o Quadro 7, onde as ideias foram organizadas e separadas, as colunas em verde constam as que serão priorizadas neste trabalho. Uma vez que o Kaizen é uma ferramenta simples, que visa resolver problemas sem gastos demasiados.

**Quadro 7. Exposição das ideias provenientes do brainstorming organizadas de acordo com a priorização.**

Prorrogável/Oneroso	Urgente/Oneroso	Prorrogável/Econômico	Urgente/Econômico
1	2	3	4
Bomba para pegar gás das centrais/condensadoras	Pintar	Pilhas	Limpezas das dependências
Impressora	Operacionalizar todas as bancadas	Material de papelaria	Identificação devida das bancadas
Máquina de xerox	Manutenção do Estabilizador	Ferramentas básicas	Identificação dos equipamentos
Mala de ferramentas	Manutenção e operacionalização dos computadores	Enquadrar nas normas cabíveis ao laboratório	Avisos específicos do laboratório
Gás nos botijões de refrigeração	EPI's		Concertar as lâmpadas
Prateleiras			Fazer mapa de Risco
Armário			Cestos de lixo
			Cadeiras
			Arrumar fiações expostas
			Livro de controle para solicitação de insumos e equipamentos do laboratório.
			Logo do laboratório

Fonte: Autoria própria.

### 3.2.6 Planejamento das melhorias

Depois da total compreensão da área, das ferramentas, da coleta de dados, do brainstorming, sistematização das oportunidades de melhoria e escolha das ideias a serem implantadas na área, respeitando o caráter de urgência e recursos disponíveis. O passo decorrente foi definir como seriam realizadas essas melhorias. Para isso, junto com toda a equipe Kaizen, foram definidos o plano de implementação e designado os responsáveis pela implementação de cada ideia, de acordo como está disposto na tabela de gestão de melhorias (APÊNDICE 1).

### 3.3 IMPLEMENTAÇÃO DAS MELHORIAS KAIZEN

A tabela de gestão de melhorias (APÊNDICE 1) foi passada para os integrantes do evento, a fim de auxiliar e permitir um melhor controle em todas as atividades do evento Kaizen. Nessa tabela consta a melhoria a ser realizada, de qual forma e por quem será realizada, de tal maneira que todos ficaram cientes de suas responsabilidades e quais os transtornos que estes gerariam se fossem mal executados. A implantação se deu a partir da

ferramenta 5S, pois é imprescindível o uso desta para obter os padrões operacionais esperados de um laboratório didático.

Nesta fase serão realizadas as análises e as melhorias pela equipe Kaizen. As quais foram separadas nas seguintes partes para melhor organização.

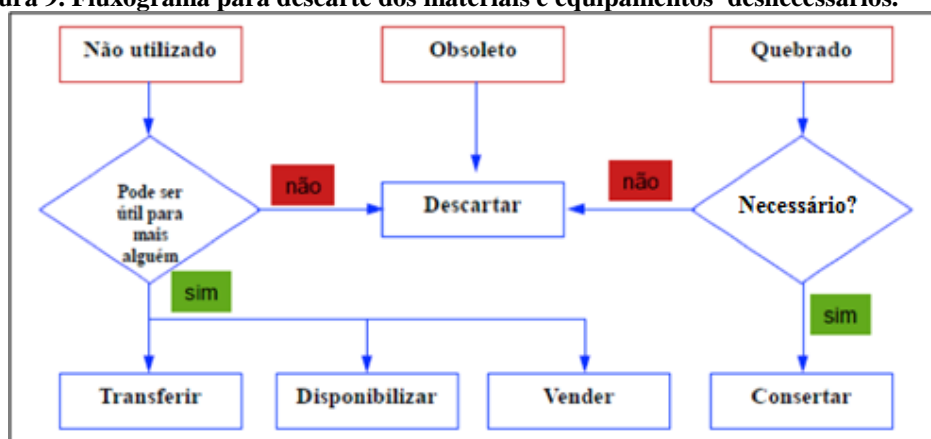
### **3.3.1 Melhorias do 5S**

A melhoria 5S, por se tratar de uma porta de entrada para um programa de qualidade total, sendo um passo muito importante e fundamental no desenvolvimento de atitudes positivas na condução da padronização de tarefas. Vindo em primeiro lugar, devido sua importância e performance na fase inicial, servindo como base e dando suporte para as demais melhorias. Até porque a base 5S visa essencialmente exterminar problemas de Utilização, Ordenação, Limpeza, Asseio e Autodisciplina, desta maneira as etapas do 5S foram feitas na ordem, respeitando cada Senso, e tendo em mente que cada senso deve ser realizado com máxima eficiência para não atrapalhar a execução do senso seguinte.

#### *3.3.1.1 Execução do Senso de Utilização*

O senso de utilização consiste em identificar materiais, equipamentos, ferramentas, utensílios, informações e dados necessários e desnecessários, descartando ou dando a devida destinação àquilo considerado desnecessário ao exercício das atividades. Partindo deste princípio, a primeira etapa foi fazer uma varredura no laboratório, onde foi identificado o que é necessário para execução das tarefas do laboratório, o porquê da necessidade de ter cada coisa no laboratório respeitando o fluxograma da Figura 10. E além de identificar os excessos e/ou desperdícios, foram observados também "o porquê do excesso" de modo que medidas preventivas possam ser adotadas para evitar que os acúmulos destes excessos voltem a ocorrer.

**Figura 9. Fluxograma para descarte dos materiais e equipamentos desnecessários.**



Fonte: Autoria própria.

Respeitando os pressupostos para classificar os materiais e equipamentos que seriam necessários ao laboratório ou descartados, foram separados equipamentos e materiais pertencentes a projetos que utilizavam e/ou utilizam o laboratório, estes foram devidamente devolvidos ou doados, foram descartados completamente vários materiais quebrados, sem utilização, ou obsoletos, estes só foram descartados com o aval do professor responsável pelo laboratório, com o cuidado destes descartes não se tornarem entulho fora do laboratório e criarem um aspecto visual externo indesejado.

No laboratório só permaneceram os materiais de acordo com as atividades realizadas no laboratório, certificando que estes estariam em adequados ao uso, e disponibilizados de acordo com a frequência que são requisitados. O que já apresentou um aspecto mais agradável.

E ainda foram observadas a causa de tanto materiais sem utilidade ser armazenado, o que muitas vezes estava prejudicando outros materiais e deixando o ambiente entulhado, com dificuldade de arrumação e limpeza e ainda dificultando os trabalhos realizados. Tantos materiais acumulados se devem ao uso de várias pessoas e projetos no laboratório, visto que uma não pode mexer e jogar as coisas das outras sem autorização, por isso cada um deve ser responsável pelos seus materiais e equipamentos, bem como pelos seu correto armazenamento e limpeza, e ainda serem conscientes da importância desta atitude.

### 3.3.1.2 Execução do Senso de Ordenação

O Senso de Ordenação consiste em definir locais apropriados e critérios para estocar, guardar ou dispor materiais, equipamentos, ferramentas, utensílios, informações e dados de modo a facilitar o seu uso e manuseio, facilitar a procura, localização e guarda de qualquer item.

Existiam muitos materiais e equipamentos espalhados nas mesas, nas bancadas, pelo chão, e principalmente na sala de depósito dos materiais, correndo risco de serem estragados, e ainda se encontravam mal localizados e com o acesso prejudicado, muitos materiais estavam até esquecidos, tal desordem pode ser verificada nas fotos do laboratório apresentadas na vistoria (item 3.1.4 deste trabalho). Inclusive o item de ordenação do Check List do 5S foi o que teve a média de pontuação mais baixa, indicando uma carência de maiores cuidados e atenção neste quesito.

Junto com a maior parte dos colaboradores, uma vez que eles devem ter afinidade com a manutenção da organização do laboratório e sabem melhor como a disposição de cada coisa influenciará nos seus trabalhos. Então foram definidos onde e como dispor os itens necessários para a execução das tarefas, separados de acordo com sua natureza e afins, e guardados junto com os seus semelhantes, onde os equipamentos mais frágeis foram devidamente guardados nos armários, os demais equipamentos e materiais foram devidamente acomodados na sala usada como depósito, priorizando a sala principal para exposição das bancadas e espaço para realização das atividades práticas. Deixando o espaço como um todo com um com ar de organização.

### 3.3.1.3 Execução do Senso de Limpeza

No Senso de Limpeza, prima-se pela eliminação da sujeira ou objetos estranhos para manter limpo o ambiente (parede, armários, o teto, gaveta, estante, piso) bem como manter dados e informações atualizados para garantir a correta tomada de decisões. O mais importante neste conceito não é o ato de limpar mas o ato de "não sujar". Isto significa que além de limpar é preciso identificar a fonte de sujeira e as respectivas causas, de modo a podermos evitar que isto ocorra.

Este senso obteve um conceito generalizado levemente abaixo da média, de 2,45 (de acordo com o check list 5S do *item 3.1.4* deste trabalho), o que indica que também é um ponto crítico do laboratório, portanto deve se ater a excelente execução desse senso, pois um ambiente limpo é de suma importância para a saúde e bem estar dos usuários, ainda mais quando este possui fins didáticos.

As fontes e causas de sujeiras foram identificadas primeiramente. Verificou-se que o local mais sujo era a sala de depósito, que possuía muitos focos de sujeira, como poeira, mofo, teia de aranhas, insetos mortos, sujeiras proveniente da umidade e infiltração, o que ocasiona ferrugem e deterioração, as paredes estavam sujas e uma parede do depósito se encontra com infiltrações provenientes de goteiras do teto e principalmente vazamento na central de ar. Essa situação e descaso com a sala de depósito se deu na maior parte porque as pessoas usavam ela para camuflar a bagunça, e acabaram por deixá-la entulhada e bagunçada, e ainda porque ninguém queria assumir a responsabilidade pelo seu zelo, jogando a culpa uns nos outros, e ainda não davam atenção aos outros fatores dentro dela.

A sala maior estava com muita poeira, lixos e um vazamento de óleo de uma bancada localizada em cima de uma das mesas de trabalho. Muita sujeira e desordem proveniente de trabalhos realizados por integrantes de projetos que utilizam o laboratório de térmicas e fluídos. Alguns equipamentos encontravam-se com nódoa e manchas, assim como as paredes das duas salas.

Os equipamentos, armários, bancadas, depósito, mesas, chão e paredes foram devidamente limpos, com o cuidado de não usar nenhum produto errado ou danificar nada. As paredes foram pintadas, a pia foi lavada e trocada a torneira que estava defeituosa e causando vazamento. O forro foi limpo, principalmente para ficar visível se houver mais focos de gotejamento, visto que a região se encontra no inverno, portanto mesmo que o telhado passe por manutenções, tem a possibilidade de incidência de gotejamento.

Foi solicitada a manutenção das centrais de ar, pois a causa mais provável do vazamento encontrado é falta de limpeza do aparelho e do sistema de drenagem. Portanto, o indicado é acionar um profissional especializado para verificar e realizar a manutenção, o que não depende somente das pessoas envolvidas neste projeto, ficará então como indicação de melhoria e deverá ser cobrado pelos usuários do laboratório .

#### *3.3.1.4 Execução do Senso de Asseio*

O Senso de Asseio significa criar condições favoráveis à saúde física e mental, garantir ambiente do laboratório não agressivo e livre de agentes poluentes, mantê-lo em boas condições sanitárias, zelar pela higiene pessoal e cuidar para que as informações e comunicados sejam claros, de fácil leitura e compreensão.

Juntamente com a equipe foram levantados os fatores higiênico e de risco nos locais de trabalho, e como os bolsistas e colaboradores conhecem melhor os dilemas do espaço e

dos usuários do laboratório deram fundamental suporte para o planejamento deste senso e ainda já serviu como forma de instigar a mentalização deste.

As lâmpadas foram devidamente concertadas pelo eletricista da UFPA Campus Tucuruí, proporcionando um local com iluminação adequada e homogênea, visto que para a execução segura dos trabalhos no laboratório, é imprescindível um trabalho com qualidade e segurança.

Foi feito um levantamento dos EPI's encontrados no laboratório, e se atendem as necessidades das práticas realizadas no espaço. Os EPI's são 4 óculos de proteção ocular que se encontram em bom estado, mas em pouco número para aulas práticas. E 6 pares de luvas de malha, servem para serviços gerais, protegendo contra agentes abrasivos e escoriantes, concedendo flexibilidade para o manuseio de peças, assim como exige as práticas do laboratório, porém estão em pouco número e gastas. Estes estavam guardados no armário, mas devem ficar em lugar visível e perto da entrada, devidamente sinalizados para que sejam guardados da mesma forma após o uso.

As normas e avisos dispostos no laboratório também darão suporte ao Senso de Asseio, e primam pela segurança do ambiente e realização dos trabalhos práticos de forma adequada.

#### *3.3.1.5 Execução do Senso de Autodisciplina*


Posto que, o Senso de Autodisciplina é desenvolver o hábito de observar e seguir normas, regras, procedimentos, atender especificações, sejam elas escritas ou informais. Este hábito é o resultado do exercício da força mental, moral e física. A prática deste senso pode ser constatada observando e avaliando a rotina estabelecida na implantação dos 4 outros sentidos no laboratório.

Portanto, a implantação deste consiste na avaliação sistemática, feita pela própria equipe, abrangendo os 4 sentidos já implantados. Este assume um papel determinante da melhoria contínua e contribui para consolidar os conceitos aprendidos e praticados anteriormente, que correspondem aos Sentidos de Utilização, Ordenação, Limpeza e Asseio.

Este senso é de suma importância para que as melhorias realizadas até então se perpetuem, e além de tudo para que o laboratório não volte para as condições iniciais. Para isso foi proposto uma folha de verificação de não conformidades para manutenção do laboratório (ver na Quadro 8), baseada nos 4 primeiros sentidos. A frequência que ela será aplicada será definida pelo professor responsável pelo laboratório, e sua aplicação será realizada nas reuniões da equipe de Térmicas e Fluída, onde o bolsista aplicará o questionário e seus resultados serão verificados e anexados a pasta referente ao Sistema de Qualidade junto

com um relatório. Seria ideal que esta prática ocorresse trimestralmente. A avaliação deve ser feita com rigor, e principalmente que todos entendam suas vantagens e necessidade, bem como sua procedência.

**Quadro 8. Check list de manutenção do senso de Autodisciplina**

 	
<b>Check list de manutenção</b>	
<b>Se sim, responder o que se pede, na linha embaixo da pergunta.</b>	Setor: Laboratório de Térmicas e Fluidos
	Data:
	Nome:
Itens	Resposta
1- No laboratório e em seus componentes existem somente materiais e/ou objetos necessários para execução do trabalho? O que?	
2- Os materiais e equipamentos estão em boas condições? Quais?	
3- Existe vazamentos? Onde e de que?	
4- Tem algo está deixando o ambiente e/ou materiais em desordem? O que e onde?	
5- Tem materiais e/ou equipamentos que estão funcionando, identificados ou bem localizados? Quais?	
6- Existe alguma instalação elétrica em más condições? Quais?	
7- Tem algum aviso e/ou informação que não está visível? Qual?	
8- Há alguma inconformidade com a segurança ou equipamentos de segurança?	
9- A lista com o acervo do laboratório está sendo atualizada?	
10- O laboratório passa a impressão de ser um ambiente sujo? Como e por quê?	
11- Os objetos e equipamentos não estão sendo guardados nos lugares determinados após o uso?	
12- O ambiente fica desorganizado após a mudança de turno e após a jornada as atividades do laboratório? Como e por quê?	
13- Os documentos de Sistema de Qualidade estão desatualizados? Por que?	
14- Existe desrespeito entre os colegas?	
15- As pessoas desrespeitam as normas do laboratório? Como?	
<b><i>“Um dia não deveria passar sem que alguma forma de melhoria tenha sido feita”.</i></b> <b>Deixe sua sugestão de melhoria. ↓</b>	

Fonte: Autoria própria.

Pode se utilizar de ferramentas de melhorias, que consistem no controle do processo para a solução de problemas identificados de acordo com o Check List de manutenção do laboratório. Utilizando um relatório de não conformidades observadas para alavancar as oportunidades de melhorias. Desta forma, sempre alterar e melhorar os padrões e os procedimentos tão logo tenha sido identificada a causa fundamental de quaisquer problemas.

É de suma importância sempre registrar os procedimentos e divulgar os resultados obtidos, e principalmente promover o treinamento das pessoas envolvidas na utilização do laboratório. Padronizar as ações de bloqueio que se mostrarem eficazes na eliminação das causas, tornando a busca por melhorias uma cultura e hábito de forma natural, para que o laboratório como um todo nunca venha a retroceder ao estado inicial deste trabalho, ou seja, bloquear a reincidência.

### **3.3.2 Enquadramento das NR's**

Dentro da realidade foram listadas as principais normas as quais este se enquadra e deve ser regido, para a realização de práticas seguras, tendo em vista que estas normas devem atender as especificidades do Laboratório de Térmicas e Fluídos.

#### *3.3.2.1 NR 6 - Equipamento de Proteção Individual*

Em relação ao laboratório, o uso de EPI's deve ser obrigatória para professores e alunos, em quaisquer atividades práticas realizadas no ambiente do laboratório ou em prol deste. Sendo que a instituição deve fornecer EPI's para uso de seus funcionários (professores, coordenadores, técnicos de laboratório e etc.) conforme determinado por lei, já os alunos não recebem obrigatoriamente, mas estes podem ser fornecidos ou adquiridos pelos próprios alunos; de qualquer forma, seu uso deve ser obrigatório. Os EPI's já haviam sido previamente definidos pelo docente e coordenador do laboratório Jessé Luís Padilha, que estipulou necessário o uso das luvas de segurança para proteção das mãos contra agentes cortantes, perfurantes e com pouca resistência térmica, e óculos de segurança para proteção dos olhos contra impactos de partículas volantes. Os quais, estão disponíveis no laboratório (Figura 11), onde existem 6 pares de luvas de malha, e 4 óculos de proteção, o que faz colocar em observância que as atividades praticas podem ser realizadas dentro da conformidade por um grupo de no máximo 4 pessoas por vez. Devido o tamanho do laboratório e suporte, tem-se a necessidades da aquisição de mais luvas e óculos de proteção. E ainda estes devem estar acessíveis e estarem em boas condições.

**Figura 10. EPI's disponíveis no laboratório de Térmicas e Flúidos.**



Fonte: Autoria própria.

### 3.3.2.2 NR 9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais

A equipe Kaizen, reuniu com o técnico e o responsável pelo laboratório, para fazer um levantamento minucioso e apropriado sob todos os riscos encontrados no laboratório. Conforme os agentes de riscos identificados no ambiente, foram evidenciados abaixo cada um deles:

- **Grupo 1 – Risco Químico:** No laboratório trabalha-se com Amônia ( $\text{NH}_3$ ), a qual é considerada um produto químico perigoso, corrosivo para a pele, os olhos, vias aéreas superiores e pulmões. A amônia possui um cheiro característico, e é irritante quando inalada, geralmente sendo o nariz o primeiro a sentir os sintomas a exposição, podendo causar tosse, chiado no peito, falta de ar e asfixia. Para evitar superexposição a amônia é importante conhecer os limites de exposição, as concentrações e propriedades dos materiais que podem reagir com a  $\text{NH}_3$  em seu ambiente de trabalho. É importante alojar e armazenar esses materiais em local fresco, seco e longe de materiais incompatíveis, tais como cloro, ácidos, oxidantes e metais. Tendo em conta, que uma das dificuldades de um sistema de refrigeração com amônia é identificar pequenos vazamentos na rede, porém como o gás reage ao enxofre, pode-se fazer bastões de enxofre que quando queimados reagem ao gás, fazendo uma fumaça incolor da queima ficar esbranquiçada, identificando assim os locais de vazamento;
- **Grupo 2- Riscos Físicos:** A Umidade pode causar doenças do aparelho respiratório, doenças na pele e circulatórias, e traumatismos por quedas bem como o piso molhado. É de suma importância que as pessoas estejam atentos onde pisam e se há algum foco

de umidade ou vazamento, caso encontre busque uma medida para solucionar este problema com urgência;

- **Grupo 3- Riscos Biológicos:** Os agentes presentes são baratas, mosquitos, formigas e Aranhas , dentre outros, Mofo e Fungos. As baratas podem causar Febre tifoide, hepatite A, verminoses intestinais, amebíase, giardíase, helmintíase, cólera, difteria, carbúnculo, tétano, tuberculose, diarreias, toxoplasmose, entre outras. Os mosquitos causam dengue (*Aedes aegypti*), febre amarela, malária e Leishmaniose. As formigas podem transmitir bactérias, vírus e infecções. As aranhas podem causar lesões necrosantes, dermatites, choques anafiláticos, distúrbios ao sistema nervoso, perturbações no ritmo cardíaco, entre outras. O mofo tem ocorrência geralmente em tempo chuvoso e úmido, em combinação com ambientes mal arejados, é propício para a proliferação do mofo. Este problema, além de causar mal cheiro e danificar paredes, móveis, roupas e livros, também é uma das principais causas de alergias e outras doenças respiratórias. Os fungos são microrganismos causadores de infecção. As formas de prevenção para esses grupos de agentes biológicos são a vacinação, esterilização, higiene pessoal e do ambiente, uso de EPI, ventilação, controle médico e controle de pragas.
- **Grupo 4- Agentes Ergonômicos:** Trabalho físico pesado, posturas incorretas e posições incômodas provocam cansaço, dores musculares e fraqueza, além de doenças como hipertensão arterial, diabetes, úlceras, moléstias nervosas, alterações no sono, acidentes, problemas de coluna, etc. Ritmo excessivo, monotonia, trabalho em turnos, jornada prolongada, conflitos, excesso de responsabilidade provocam desconforto, cansaço, ansiedade, doenças no aparelho digestivo (gastrite úlcera), dores musculares, fraqueza, alterações no sono e na vida social (com reflexos na saúde e no comportamento), hipertensão arterial, taquicardia, cardiopatias (angina, infarto), tenossinovite, diabetes, asma, doenças nervosas, tensão, medo, ansiedade.
- **Grupo 5- Agentes Mecânicos:** O arranjo físico quando inadequado ou deficiente, pode causar acidentes e provoca desgaste físico excessivo nos trabalhadores. Máquinas sem proteção podem provocar acidentes graves. Matéria prima sem especificação e inadequada pode causar acidentes, doenças profissionais e ainda afetar a qualidade de produção. Instalações elétricas deficientes trazem riscos de Curto circuito, choque elétrico, incêndio, queimaduras, acidentes fatais. Ferramentas defeituosas ou inadequadas causam acidentes, com repercussão principalmente nos membros superiores. Falta de EPI ou EPI inadequado ao risco causa acidentes e

doenças profissionais. O armazenamento e manipulação inadequados de inflamáveis e gases, curto circuito, sobrecargas de redes elétricas incêndios e explosões. A falta de uma política de prevenção de acidentes, não identificação de equipamentos que oferecem risco, não delimitação de áreas, informações de segurança insuficientes comprometem a saúde ocupacional dos funcionários.

De acordo com o layout do laboratório e as definições dos agentes de risco, foi criado a representação gráfica e sinalização da sala principal do laboratório e a sala de anexo que também é usada como depósito. Assumindo um risco médio para todos os agentes.

### *3.3.2.3 NR 12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos*

Quando se tem um ambiente em que há instalado diversas máquinas e equipamentos, é necessário possuir um arranjo físico e instalações apropriadas para suportar toda a aparelhagem e garantir um local salubre, deve proporcionar uma circulação suficiente, sinalizada e adequada às máquinas sem obstrução de passagem. O espaço físico do laboratório dispõe de um arranjo satisfatório, principalmente depois da execução da ferramenta 5S, portanto, se deve zelar pelos princípios do 5S, de forma que o surgimento de novas bancadas não deixe o local insalubre e nem atrapalhe a circulação no ambiente.

Os equipamentos e as máquinas devem ter sistemas de segurança que contenham proteções fixas, móveis e dispositivos de segurança que contenham proteções fixas, móveis e dispositivos de segurança interligados, garantindo assim, proteção à saúde e à integridade física dos trabalhadores. Esses tipos de sistemas devem considerar as características técnicas de cada máquina e equipamento para serem eficazes.

Todas as máquinas devem conter um ou mais dispositivos de parada de emergência, para que sejam evitadas situações de perigo, este dispositivo nunca deve ser usado para dar partida nem ser acionado. Eles devem ser posicionados em locais de fácil acesso e visualização pelos operadores em seus locais de trabalho e por outras pessoas, além disso, devem ser mantidos permanentemente desobstruídos.

Este item da norma segue como sugestão para as novas bancadas didáticas e aprimoramento das existentes, o ideal seria que toda bancada só fosse validada e aprovada quando portasse um manual conciso e impresso, identificação padronizada e seguisse a NR-12.

Com todos os riscos já citados, é importante ressaltar que há riscos adicionais no manuseio da máquina, seus componentes e matérias primas e que uma medida de controle

deve ser adotada para cada risco identificado. Sendo assim, o ideal seria que o laboratório procurasse manter um inventário de cada máquina, as pessoas devem receber treinamento e orientações específicas para o trato com cada máquina ou equipamento, a segurança deve ser eficiente e eficaz e o trabalho desenvolvido em harmonia com produtividade.

#### *3.3.2.4 NR 17 – Ergonomia.*

Fornecer condições adequadas de trabalho é fundamental para a execução de tarefas de maneira segura. Um ambiente de trabalho saudável contribui para a qualidade dos produtos e serviços, além de aumentar a produtividade e proporcionar melhoria o desempenho do processo produtivo ao prevenir a ocorrência de erros. Tendo em vistas esses pontos, é ideal que os usuários do laboratório não sejam apenas familiarizados com o conceito e a regulamentação da ergonomia, mas que tenham também consciência que seguir este conceito só trará benefícios para a saúde e evitaram possíveis danos. Nos laboratórios segue como obrigação dos professores orientarem sobre a maneira correta de executar as tarefas e a forma de evitar erros, e ainda segue do bom senso do usuário ter zelo pela própria saúde.

### **3.3.3 Controle do acervo do laboratório**

Um acervo de um laboratório, é de suma importância para levantar e quantificar tudo que está presente, o que se conquistou, as evoluções, aprendizados e benfeitorias, bem como preservar seu patrimônio, aprendizados e história do local. Logo esse tipo de acervo passa a ser um ambiente com grande importância para complemento aos estudos teóricos e práticos do ensino em formação. Tal como por meio da experiência dos alunos, esse conhecimento é por muitas vezes transcendido como extensão, a qual o acadêmico poderá aplicar seus conhecimentos e transformar a informação da comunidade em conhecimento. Um acervo constitui de uma herança, por isso deve ser preservado e conservado, tendo em vista sua vida útil.

O laboratório tem a necessidade deste tipo de controle, devido a constatação da situação do acervo atual. Os materiais e equipamentos presentes no laboratório, estavam em desordem, após a execução do Senso de Utilização da ferramenta 5S, notou-se a quantidade de equipamentos que estavam em desuso e principalmente que alguns tinham a existência desconhecida por muitos. O que além de dificultar a realização das atividades do laboratório, poderia causar o desaparecimento de muitos materiais e equipamentos.




Fazer o controle do acervo é basicamente, fazer um inventário de tudo que compõe o patrimônio do Laboratório de Térmicas e Fluídos, está disponível no APÊNDICE 2.

### **3.3.4 Operacionalizar e Identificar as bancadas**

As bancadas compõe parte do acervo do laboratório, tem como função auxiliar no processo de aprendizagem, simulando, medindo, demonstrando e comprovando de forma experimental, uma vertente das matérias relacionadas a área de Térmica e Fluídos. Visto que essas demonstram relevância no aprendizado da Engenharia Mecânica, deve se prezar pela manutenção correta e garantir que essas estejam em condições de uso e realizando eficientemente o que se propõem a fazer.

Esta tarefa foi delegada ao bolsista e demais colaboradores, com prazo livre de entrega, visto que a operacionalização depende de vários fatores, como a disposição de mão de obra e equipamentos que não se encontram no laboratório, falta de manual específico que acarreta o não conhecimento dos processos e medidas de fabricação, o que demanda um custo de tempo maior de pesquisa e diagnóstico dos problemas de determinadas bancadas. Abaixo segue na Tabela 9 as bancadas que se fez necessário os reparos para operacionalização, as demais bancadas do acervo foram limpas e inspecionadas.

Tabela 9. Descrição das atividades de operacionalização das bancadas

BANCADA	NOME	PROBLEMAS ENCONTRADOS
	Bancada Quente Frio	Vazamentos nas conexões e tubulações.
	Bancada Geração de Falhas	Vazamentos nas conexões e tubulações.
	Calibrador de manômetro	Está inoperável, descalibrado e com suas funções comprometidas.

Fonte: Autoria própria.

### 3.3.5 Criar um ambiente mais didático

Ao se falar em laboratório didático, entretanto, um cuidado a ser tomado diz respeito à natureza do trabalho que ali será realizado. De um modo geral, são concebidas para o laboratório didático atividades do aprendizado de ciências que vão além daquelas das salas de aula comum, que são a conversação, a leitura e a escrita. As atividades geralmente previstas para o laboratório didático, em geral, envolvem a manipulação de objetos, equipamentos e instrumentos de medida, a observação de fenômenos, o controle de variáveis, interpretação de resultados e anomalias. Séré (2002) enfatiza que três tipos de objetivos para o laboratório didático têm sido ressaltados na literatura: conceitual, epistemológico e procedimental. No

objetivo conceitual, a ênfase está em levar os alunos a vivenciar relações entre a teoria e a prática: a teoria serve a prática e a prática oferece elementos instigadores para que a teoria seja revista. No objetivo de natureza epistemológica, a intenção é a de propiciar aos alunos situações experimentais que os levem a adquirir uma percepção do uso da teoria em termos de escolha de dados experimentais relevantes, questionamento dos dados, refinamento da observação e das medidas. O objetivo de natureza procedimental trabalha com a questão de se identificar se a consciência sobre os processos envolvidos no laboratório leva os estudantes a se aprimorarem em termos de decisões envolvendo o experimento, planejamento do experimento e aprimoramento na maneira de obter dados.

Conhecendo o conceito didático quando aplicado a laboratórios de ensino, podemos entender as necessidades encontradas no foco deste trabalho. Com pressuposto nas oportunidades de melhorias encontradas anteriormente, serão apresentadas as soluções e proposições para que o Laboratório de Térmicas e Fluídos se torne ainda mais didático.

De acordo com das limitações financeiras e administrativas encontradas no decorrer deste trabalho, optou-se pelas soluções didáticas mais urgentes e viáveis. Segue abaixo:

- Deu-se a necessidade de logotipo para a representação visual de identificação do laboratório. Já que um bom logotipo comunica, por meio de cores, fontes, linhas e ícones, as características principais do laboratório. Este deve oferecer fácil memorização, que é o fundamento e a importância de um logotipo. Um logo bem planejado e executado, oferece destaque aos produtos e serviços oferecidos, transmitindo confiabilidade e profissionalismo. Com o suporte de um profissional de comunicação, sugestão de todos, chegamos ao logo abaixo:
- Encontrou-se uma necessidade de estipular Regras e Normas referentes ao laboratório, que ditam como os usuários em geral devem se portar neste ambiente, estas foram impressas em forma de banner (Apêndice 3) e expostas em lugar visível, recomendasse ainda que, o cumprimento integral destas, sejam exigidas pelos superiores, logo, devem ser criadas políticas internas para que se façam cumprir estas normas e regras.
- Para aumentar a comunicação visual e estimular a comunicação entre a equipe e usuários do laboratório, deu a necessidade de aquisição de um mural para comunicados, que foi colocado em local de destaque para que os comunicados não passem por despercebidos. Neste deve constar os e-mails dos responsáveis pelo laboratório para contato, comunicados e avisos formais.

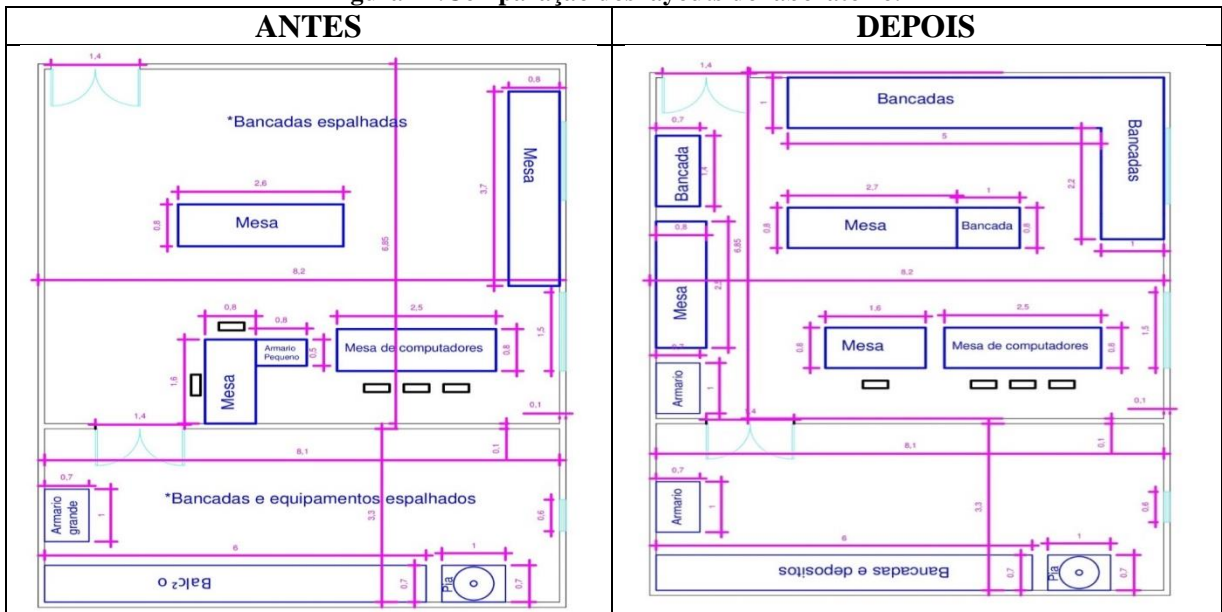
- Foi criado um arquivo de Gestão e Qualidade, para incentivar e registrar todos os processos e melhorias feitas no laboratório, seja em forma de auditorias, execução de ferramentas ou implementação de projetos;
- Livro para controle e registros de acidentes, o qual tem devidamente escrito as orientações para registro adequado, ou seja, indicar que os registros devem conter data, hora e local, descrição exata e com detalhes, causas dos acidentes e quem ou o que foi atingido, as medidas tomadas em relação a este, assinada pelo relator e pelos envolvidos;
- Livro para solicitação de materiais e equipamentos. Deve conter a descrição, a quantidade e o caráter de urgência.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 APRESENTAÇÃO DAS MELHORIAS 5S

Como a ferramenta 5S tem como principal característica ser porta de entrada para as demais melhorias, foi o ponto de partida das execuções das melhorias, comprovando sua eficiência e regendo o trabalho da equipe Kaizen. O primeiro e o segundo senso, o de utilização e ordenação, foram realizados no mesmo dia, pois a equipe achou mais fácil ir depurando o ambiente e acomodar os materiais e equipamentos já nos lugares mais apropriados para cada um. Foi reorganizado o layout do laboratório, a disposição dos móveis e das bancadas que se encontravam espalhadas pela sala principal, o que prejudicava a circulação das pessoas e equipamentos, comprometia o espaço destinado as atividades e ainda oferecia riscos. A figura 11 apresenta a comparação dos layouts antes e depois da execução destes, evidenciando o aproveitamento do espaço e dos móveis, e ainda expõe as bancadas de forma harmoniosa e útil, permitindo a conservação destas e permitindo a suas funções experimentais, acabando com o aspecto de aglomeração do laboratório

Figura 11. Comparação dos layouts do laboratório.



Fonte: Autoria própria.

Após retirados devidamente os materiais e equipamentos desnecessários as atividades principalmente na sala de depósito e na principal, as figuras 12, 13, 14 e 15 abaixo permitem a visualização do antes e depois em diversos ângulos, de como o uso correto dos sentidos de Utilização e Ordenação foram satisfatórios.

**Figura 12. Comparação da sala de depósito antes e depois da ferramenta 5S.**



Fonte: Autoria própria.

**Figura 13. Comparação da sala principal antes e depois da ferramenta 5S.**



Fonte: Autoria própria.

**Figura 14. Comparação da sala principal antes e depois da ferramenta 5S, outro ângulo.**



Fonte: Autoria própria.

**Figura 15. Comparação da sala principal antes e depois da ferramenta 5S, outro ângulo.**



Fonte: Autoria própria.

O terceiro senso, o de Limpeza, também foi muito importante e necessário ao laboratório, diante do fato de como a limpeza era negligenciada, e os focos de sujeiras eram notórios no ambiente, alguns não ficaram nítidos nas imagens, como poeira, telha de aranha, ferrugem, água no chão, óleo nas mesas de trabalho, paredes sujas, mas a quantidade de lixo espalhado era o que causava mais impacto no laboratório, tal qual foi o senso mais reconhecido, o que pode ser visualizado em todo o ambiente das Figuras 16 e 17.

**Figura 16. Comparação da limpeza da sala principal, antes e depois do 5S.**



Fonte: Autoria própria.

**Figura 17. Comparação da limpeza do laboratório da sala de depósito, antes e depois do 5S.**



Fonte: Autoria própria.

De acordo com o 4º senso, as salas do laboratório ficaram asseadas como as figuras anteriores demonstram, melhorou a iluminação (Figura 18), a sessão de modo geral passa a impressão de um ambiente limpo e arejado. Os banheiros, como não são de uso exclusivo do Laboratório de Térmicas e Fluídos foi desconsiderado do trabalho.

**Figura 18. Iluminação antes e depois do 5S.**



Fonte: Autoria própria.

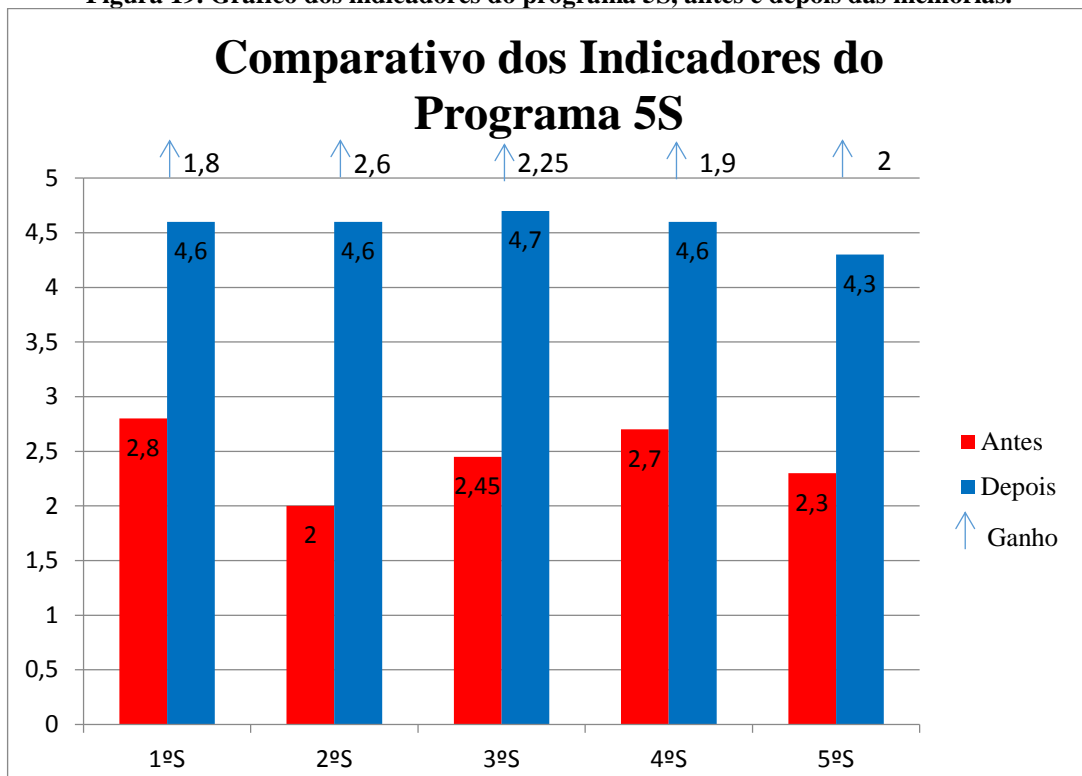
Um dos maiores desafios encontrados, foi o Senso de Autodisciplina, em todos os retornos ao laboratório foram encontrados materiais e equipamentos espalhados e fora dos lugares apropriados. E as respostas mais recebidas diante destes problemas eram: Amanhã eu volto e concerto; Falta terminar o serviço, quando for terminar coloca nos devidos lugares; e Foi o pessoal dos projetos que deixaram assim.

A equipe não apresentou resistência a execução do 5S, em contra partida, não absorveram a essência do 5S, não possuem a cultura de autodisciplina no trato do laboratório. Todos gostam de um laboratório limpo, mas não se julgam os responsáveis pelo zelo do ambiente.

## 4.2 ANÁLISES E DISCUSSÕES PARA O 5S

Foi realizado o check list do Quadro 4 (sub-ítem 3.1.3) antes de começar o uso da ferramenta 5S. As médias das notas dos Check Lists 5S, foram separadas de acordo com cada senso, assim como estipula os princípios dessa ferramenta e estão expressas no gráfico abaixo da Figura 19 nas colunas vermelhas. No geral, as primeiras médias indicaram notas regulares ou levemente abaixo delas (onde 5 é o conceito máximo e ideal, logo 2,5 é um conceito intermediário), ou seja, o laboratório funciona de forma regular, porém com muitas chances de melhorias, possuindo muitas deficiências em determinados quesitos. Acarretando uma maior atenção na elaboração e execução de cada passo do 5S, atendo-se ao fato que cada passo foi fundamental para o sucesso do próximo. Após a realização da ferramenta 5S foi repassado o mesmo Check List, onde as pessoas foram orientadas a lembrarem minuciosamente de como o laboratório estava e como se encontrava no momento, e serem criteriosos em suas respostas.

Figura 19. Gráfico dos indicadores do programa 5S, antes e depois das melhorias.



Fonte: Autoria própria.

O Senso que obteve a menor nota, 2, foi o de ordenação, que de acordo com as figuras do item acima comprovam que era um dos fatores que mais merecia ser trabalhado, faltava organização no laboratório, este inclusive teve o maior ganho, de 2,6 pontos, ou seja seu conceito mais que dobrou, chegando a 4,6 quase a nota máxima.

O senso que menos expressou ganhos foi o de Utilização, apesar que o seu ganho foi significativo, de 1,8 pontos. Os indicadores apontam que nenhum dos sentidos ofereceu retrocesso, comprovando o sucesso e a eficácia desta ferramenta.

### 4.3 RESULTADOS DAS MELHORIAS KAIZEN

#### 4.3.1 Resultado das NR's aplicadas ao laboratório

As normas foram consideradas em observância, principalmente para determinar quais deveriam ser seguidas pelo laboratório, o enquadramento destas na íntegra fugiu da alçada deste trabalho, pois dependem de diversos fatores externos, porém não implica que estas devem começar a serem adotadas desde já, mesmo que aos poucos, principalmente para habituar os futuros engenheiros a trabalhem respeitando e se utilizando das NR's.

A tabela 10 mostra classificação dos principais riscos ocupacionais em grupos, de acordo com a sua natureza e a padronização das correspondentes, visto que estes foram determinados sob orientação do técnico responsável pelo laboratório e demais envolvidos no projeto.

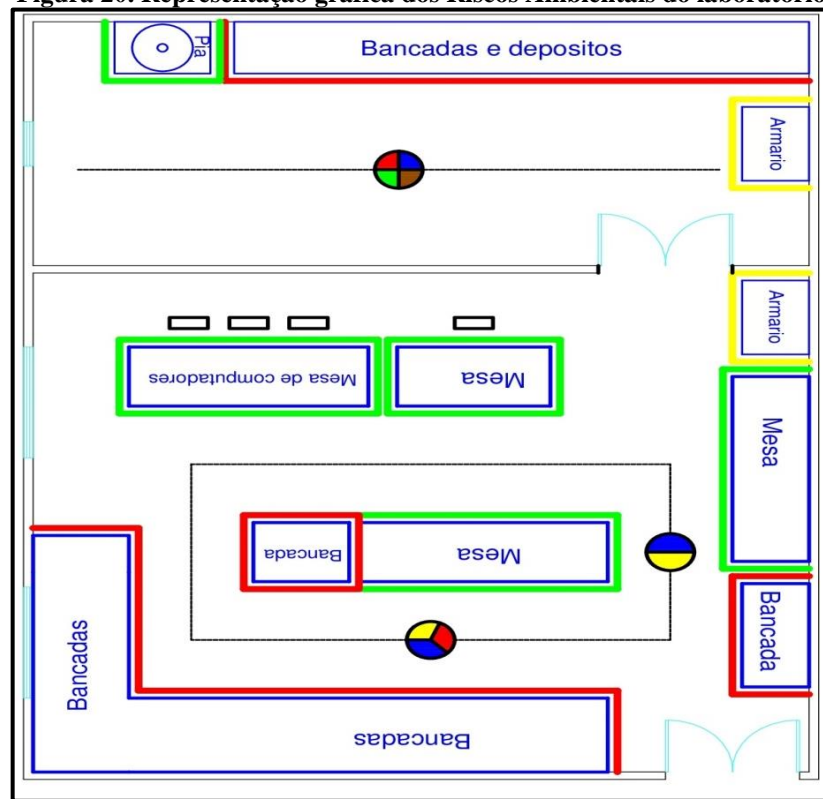
Tabela 10. Classificação dos Riscos Ambientais encontrados no laboratório

IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS				
Grupo	Riscos	Agentes	Gradação	Recomendações
1	Químico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gases- Amônia</li> </ul>	Médio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sempre se manter atento</li> </ul>
2	Físico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Umidade</li> <li>Piso molhado</li> </ul>	Médio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uso de EPI's.</li> </ul>
3	Biológico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Insetos, aranhas e outros.</li> <li>Mofo</li> <li>Fungos</li> </ul>	Médio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Postura adequada em relação ao trabalho a ser executado.</li> </ul>
4	Ergonômico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Posturas incorretas</li> <li>Treinamento inadequado/ inexistente</li> <li>Desconforto, monotonia</li> <li>Responsabilidade e conflito, tensões emocionais</li> </ul>	Médio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar intervalos durante trabalhos longo e excessivos.</li> </ul>
5	Mecânicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Arranjo físico deficiente</li> <li>Máquinas sem proteção</li> <li>Matéria prima fora da especificação</li> <li>Equipamentos inadequados, defeituosos ou inexistentes</li> <li>Ferramentas inadequados, defeituosos ou inexistentes</li> <li>Eletricidade</li> <li>Incêndio</li> </ul>	Médio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Treinamento.</li> <li>Em caso de acidentes manter a calma, e tomar as medidas cabíveis.</li> </ul>

Fonte: Autoria própria.

O Mapa de Risco foi uma importante melhoria obtida, proveniente da NR 9- Programa de Prevenção de Riscos Ambientais, o qual obteve a seguinte representação gráfica de acordo com os riscos e fatores detectados nas atividades realizadas no laboratório, baseadas na Tabela 10 acima, como está demonstrado na Figura 20.

**Figura 20. Representação gráfica dos Riscos Ambientais do laboratório.**



Fonte: Autoria própria.

Onde as cores dos círculos correspondem aos riscos, e os locais demarcados com as linhas vermelhas são proibidos, os itens demarcados com a linha amarela só pessoal autorizado, e os que estão com linhas verdes são de livre acesso. Uma vez que, devido a necessidade de preservação das bancadas, equipamentos e materiais, fez-se necessário o uso da sinalização com linhas vermelhas, também no espaço físico, para que fique ainda mais explícito a proibição de acessar os locais demarcados por estas. Seguindo as recomendações da norma o Mapa de Riscos Ambientais do Laboratório foi impresso em forma de banner (Apêndice 4), com as legendas e descrição dos riscos, então colocado em lugar de destaque para que todos possam vê-lo assim que entrarem no ambiente.

#### **4.3.2 Revitalização do laboratório**

A revitalização consistiu em adequar o laboratório para aulas e atividades práticas, a maior parte coube a ferramenta 5S, as demais atividades de revitalização, foram as sinalizações do ambiente, e disponibilização de um ambiente para realização de aulas práticas e experimentos. Um logotipo (Figura 21) foi criado respeitando as características do laboratório, onde todos participaram da escolha, este veio para a padronização e identificação visual do ambiente, trazendo mais confiabilidade e profissionalismo.

**Figura 21. Logotipo do laboratório.**



Fonte: Autoria própria.]

A sinalização seguiu os princípios demarcados no Mapa de Risco e identificação das bancadas e avisos expressos sobre a boa conduta dentro do laboratório como mostra nas Figuras 22 e 23 da sala principal e da sala de depósito, respectivamente.

**Figura 22. Sinalização e identificação da sala principal.**



Fonte: Autoria própria.

**Figura 23. Sinalização e identificação da sala de depósito.**



Fonte: Autoria própria.

A Figura 26-a demonstra a disponibilidade das mesas que foram devidamente adesivadas para realização de trabalhos e atividades práticas, favorecendo a segurança e ergonomia. Já na Figura 26-b, expõe os livros para controle de materiais e equipamentos, registros de acidentes e o arquivo de controle de qualidade.

**Figura 24. Melhorias Kaizen.**



Fonte: Autoria própria.

Dando continuidade as melhorias Kaizen, foram realizadas as ações corretivas nas bancadas, ou seja, estas foram operacionalizadas:

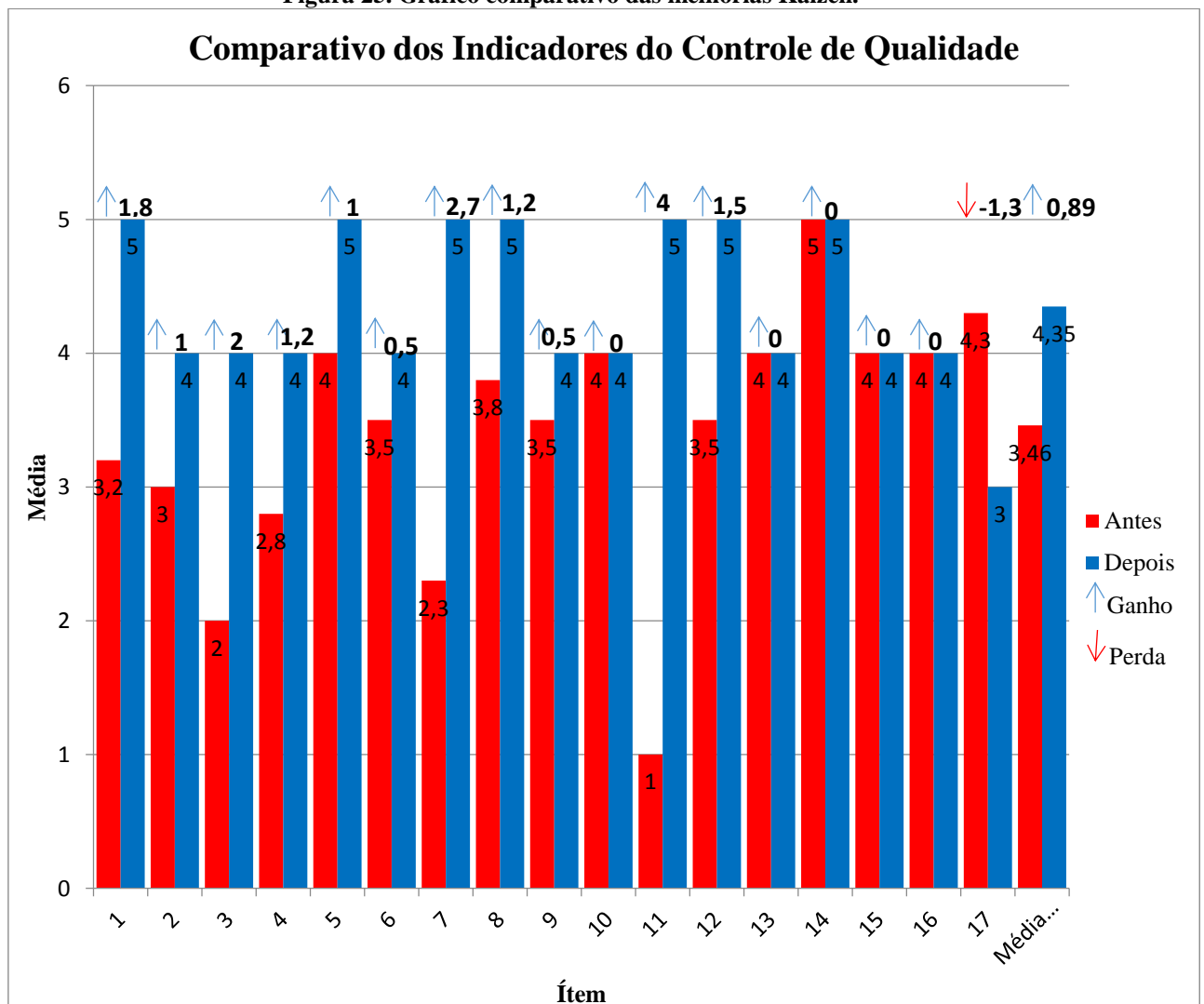
- **Bancada Quente e Frio:** As conexões foram refeitas e as tubulações devidamente soldadas, e então foi colocado o gás para que estas funcione adequadamente;
- **Bancada Geração de Falhas:** Esta apresentava os mesmos problemas da bancada anterior, visto que, são bancadas regidas pelo princípio de refrigeração, e operam com sistemas semelhantes. Nesta as conexões também foram refeitas e as tubulações devidamente soldadas, e então foi colocado o gás para que estas funcione adequadamente;
- **Calibrador de manômetro:** A operacionalização deste foi inviável a este trabalho, visto que necessita de mão de obra mais específica, por se tratar de um instrumento que tem como função calibrar instrumentos de medição, deve ser operacionalizado da maneira correta, sem o risco de danificá-lo ainda mais, pois este deve ter alta precisão em suas funções.

Portanto, não basta apenas dispor destas melhorias, o diferencial está em como vão ser utilizados e de qual forma vão influenciar nas boas práticas do laboratório e inspirar novas melhorias.

#### 4.4 ANÁLISES E DISCUSSÕES PARA O KAIZEN

Após as melhorias, foram feitas as devidas reflexões sobre o estado antes e depois da realização da melhoria pela equipe, levando os colaboradores Kaizen a verem os resultados alcançados e principalmente os impactos, em comparação ao estado inicial. Então foram repassados os Check lists de controle de qualidade (Quadro 3) que por sua vez tiveram as seguintes médias expostas nas colunas azuis em comparação com as primeiras médias obtidas em vermelho, no gráfico da Figura 25, e ainda ressalta os ganhos em comparação com os resultados das colunas vermelhas do primeiro Check list deste.

Figura 25. Gráfico comparativo das melhorias Kaizen.



De acordo com o gráfico os maiores ganhos foram no item 11, referente ao inventário que foi realizado, teve um ganho de 4 pontos, atingindo a nota máxima, e o ganho de 2,7 referente a sinalização do laboratório, este foi um dos enfoques das melhorias Kaizen, que também alcançou a nota máxima de 5 pontos. Os demais tiveram ganhos razoáveis, exceto os itens 10 ( controle de pessoas e equipamentos), 13 (comunicação entre os usuário), 14 (respeito entre os colegas), 15 (horários de funcionamento adequados) e 16 (escala de funcionamento), que tinham uma excelente pontuação e permaneceram com o mesmo padrão. Algo inesperado aconteceu com o item 17 ( respeito as normas do laboratório), houve uma perda de 1,3, portanto as causas foram investigadas, então foi notado que como as normas não eram explícitas e o laboratório estava em desordem, não se notava quando as normas eram descumpridas. No geral a qualidade do laboratório teve um ganho de 0,89 pontos, sendo positivo, onde deve levar em consideração a análise de cada item separado que conota de forma correta os resultados quantitativos.

## 5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

### 5.1 CONCLUSÕES

O levantamento das condições e recursos do laboratório, permitiu uma análise acentuada das atividades realizadas, suas características e peculiaridades. Provocou um olhar crítico de todos os problemas encontrados, e principalmente as causas raízes, uma vez que combatendo essas, diminui as chances de reincidência. Nesse caso, pode-se realizar o diagnóstico mais acertado para os problemas encontrados, respeitando suas limitações.

O principal desafio foi a mobilização da equipe do laboratório de Térmicas e Fluídos. Os integrantes mostraram-se receptivos e satisfeitos com as melhorias realizadas, notaram a necessidade do laboratório por este processo de melhorias, e ainda contribuíram de bom grado. Em contra partida, não conseguiram capturar a essência deste projeto, que consistia na busca interna e continua por melhorias e boas práticas, pois estes já estão acomodados a cultura de fazer somente suas obrigações explícitas, ou seja, realizar suas funções básicas e negligenciarem o zelo pelo ambiente em que realizam estas funções.

A revitalização do laboratório foi a parte do trabalho que mais demandou tempo, dado as condições que este se encontrava. No entanto foi o ponto que mais apresentou os resultados mais notórios e satisfatórios. Apesar das dificuldades e limitações encontradas, o laboratório foi revitalizado com sucesso, adequando-o para atividades práticas de maneira mais segura e consciente, respeitando as melhorias, normas e sinalizações, criados para aumentar a o conforto e segurança interna. Proporcionando aos utentes, praticar e fixar mais conhecimentos para sua formação profissional e pessoal, e ainda comecem a desenvolver a cultura da busca por melhorias contínuas, segurança, bom senso e organização.

O Mapa de Risco foi criado de acordo com o ambiente, disposto de forma clara e compreensiva em local acessível, exibindo os riscos ambientais aos quais os usuários do laboratório estão exposto, desta forma estarão cientes dos fatores que podem implicar em sua segurança e como poderão se precaver.

Espera-se que os responsáveis pelo laboratório sigam as orientações geradas no desenvolvimento deste projeto, como a busca pelo Senso da autodisciplina, e sigam as orientações fornecidas, mobilizem a maior participação de todos e principalmente, cobrando progresso, ganhando destaque e agregando valor ao laboratório, eliminando qualquer chance de retrocesso. Visto que os produtos deste trabalho, se não forem levados a sério, serão em vão. Portanto, regidos pelo princípio Kaizen, que consiste na melhoria contínua, deve realizar

mais auditorias e sempre buscar maneiras para aprimorar e expandir as atividades do laboratório, e oferecer cada vez mais qualidade no ensino na área de engenharia mecânica do campus.

## 5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Observou-se uma deficiência na cultura organizacional do laboratório em geral, no trato e conservação deste, e principalmente na conscientização dos usuário. Combinada com a crise financeira externa e falta de recursos para manutenção e aperfeiçoamento dos órgãos públicos. Cresce a necessidade por alternativas e soluções eficientes e viáveis não só no trato dos laboratórios, bem como em outros setores do Campus Tucuruí. Reconhece-se que as alternativas devem não só tratar os problemas, mas primeiramente inspirarem e motivarem organização e zelo nas pessoas em torno desse ambiente.

Apresenta-se como sugestão de trabalhos futuros a análise e execução da metodologia Kaizen para a outros espaços laboratoriais da faculdade de engenharia mecânica ou de qualquer outro espaço do Campus universitário de Tucuruí. Além disso, deve averiguar todos os parâmetros antes de definir qual metodologia ou ferramenta será utilizada, de acordo com a realidade e limitações do meio, visto que é vasta a gama de ferramentas de melhorias, mas estas só obtém êxito quando usadas com sabedoria e respeitando suas limitações. Tanto a metodologia Kaizen, como a ferramenta 5S, podem ser aplicadas a inúmeras realidades.

Outra opção é, dada a possibilidade de repetir a metodologia voltada para o sistema de gestão e qualidade, avaliar os resultados obtidos monitorando-os regularmente, confrontando os resultados obtidos no primeiro Kaizen, aqui exposto.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, C. e RENTES, A. “**The Kaizen Methodology in the Conduction of Change Processes on Lean Manufacturing Systems**”, Revista Gestão Industrial, 2006.

BRASIL. Ministério do Trabalho. Portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978- NR 04, NR 05, NR 06, NR 09, NR 13. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 06 - EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL – EPI**, Versão Atualizada 2017. Disponível em: < <http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR6.pdf>>. Acesso em: 17 dezembro de 2017.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 09 - PROGRAMA DE PREVENÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS**, Versão Atualizada 2017. < <http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR-09.pdf> >. Acesso em: 17 dezembro de 2017.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 12 - SEGURANÇA NO TRABALHO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS**, Versão Atualizada 2017. < <http://www.trabalho.gov.br/images//Documentos/SST/NR/NR12/NR-12.pdf> >. Acesso em: 17 dezembro de 2017.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 17 - ERGONOMIA**. Versão Atualizada 2017 < <http://www.trabalho.gov.br/images//Documentos/SST/NR/NR12/NR-12.pdf> >. Acesso em: 17 dezembro de 2017.

**CIPA/FEAGRI**. 2005/2006 Antônio Javarez Jr. Juliana Tófano de C. Leite Toneli Jurandi F. Carvalho. Disponível em: < [www.feagri.unicamp.br/portal/component/attachments/download/5](http://www.feagri.unicamp.br/portal/component/attachments/download/5)>. Acessado em 22 de dezembro de 2017.

DUARTE, I. C. V. **Melhoria Contínua Através do Kaizen: Estudo de Caso**. 2013. 70 f. Tese (Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial) – Universidade da Beira Interior, Covilhã.

FUJIMOTO, Tak ahiro; SHIMOKAWA, Koichi. “**O Nascimento do Lean – Conversas com Taiichi Ohno, Eiji Toyoda e outras pessoas que deram forma ao modelo Toyota de gestão**”. 1ª Ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2011. 296p.

JONES, Gareth R.; GEORGE, Jennifer M. **Administração Contemporânea**. 4ª edição. São Paulo: McGraw-Hill, 2008.

LAPA, Reginaldo apud MAGALHÃES 2012- **Praticando os 5 S e Programa 5S**, Qualitymark Editora, São Paulo, 1997 e 1998 respectivamente.

MAGALHÃES, Juliano M. de. **As 7 ferramentas de qualidade**. (2012). Disponível em: <http://www.nbz.com.br/cursos/etapa6/qualidade5s.pdf> . Acesso em 04 de novembro de 2017.

MEIRELES, Manuel. **Ferramentas administrativas para identificar observar e analisar problemas**. Arte & Ciência, 2001.

MURUGAN, N. **Implementing Kobetsu Kaizen Steps in a Manufacturing Company Goodway Rubber Industries (M)**. SDN BHD, 2005.

PARANHOS FILHO, Moacyr. **Gestão da Produção Industrial**. Curitiba: IBPEX, 2007.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da Produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007.

POZZER, R. **Programa 5S: A Base da Excelência na Mudança Organizacional**. 2010 disponível em: <[www.insightsconsultoria.com](http://www.insightsconsultoria.com)> p.4-20.

RIBEIRO, Haroldo. **A bíblia do 5S, da implantação à excelência**. Salvador: Casa da qualidade, 2006.

SANTOS, Josemar dos. 2014. **Introdução à Engenharia de Segurança –Mapa de Risco FSA-FAENG**. Disponível em: <[https://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/images/f/fb/Mapa\\_Riscos.pdf](https://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/images/f/fb/Mapa_Riscos.pdf)> acessado em 22 de dezembro de 2017.

SCOTELANO, S. L. “**Implementation of the Kaizen Philosophy and a Research about its Dissimination in an Automobilistic Industry**”. Revista da FAE, Curitiba, 2007. Vol.10, N.2, pp.165-177.

SEGPLAN-GO, Gerência de Saúde e Prevenção **MANUAL DE ELABORAÇÃO MAPA DE RISCOS**. 2012. Disponível em:<<http://www.sgc.goias.gov.br/upload/arquivos/2012-11/manual-de-elaboracao-de-mapa-risco.pdf>>, acessado em 17 dezembro de 2017.

SÉRÉ, Marie-Geneviève. La enseñanza en el laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 20, n. 3, p. 357-368, 2002.

SHINGO, Shigeo. **Kaizen e a arte do pensamento criativo: o mecanismo do pensamento científico**. 2010.

SILVA, M. L. V. **A importância do layout dentro das indústrias para o aumento da produtividade**. 2016.

SINGH, Jagdeep; SINGH, Harwinder. Kaizen philosophy: a review of literature. **IUP Journal of Operations Management**, v. 8, n. 2, p. 51, 2009.

VANTI, N. Ambiente de qualidade em uma biblioteca universitária: aplicação do 5S e de um estilo participativo de administração. vol 28, 1999.

YAMADA, F. H. **Implantação da metodologia Kaizen em uma linha de Produção de uma fábrica de chocolates.** 2012. 122 f. Trabalho (Conclusão de Curso) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

YOSHINAGA, Ciro. **Qualidade total a forma mais prática e econômica de implementação e condução.** São Paulo: C.Y. , 1988.

## APÊNDICES

### APÊNDICE 1

<b>MELHORIA</b>	<b>PLANO DE AÇÃO</b>	<b>RESPONSÁVEL</b>
Organizar, limpar e padronizar o espaço físico.	Implantação da Ferramenta 5S	Toda a Equipe Kaizen
Logo do laboratório	Criar logo de acordo com as características do laboratório, de fácil compreensão e reprodução.	Nayara
Mapa de Risco	Levantar os dados necessários e riscos encontrados, com ajuda do técnico e do professor elaborar um Mapa de Risco de acordo com as características do Laboratório.	Nayara Técnico Professor Jessé
Enquadrar o laboratório de acordo com as normas necessárias	Fazer levantamento das normas vigentes e comparar com a realidade. Colocar nas normas ou o mais próximo das normas possíveis.	Nayara
Quadro de avisos e comunicados.		Barbara
Livro de controle para solicitação de insumos e equipamentos do laboratório.		Nayara
Operacionalizar as bancadas	Fazer reparos, limpeza e manutenção das bancadas.	Bolsista do laboratório e colaboradores.
Identificação das bancadas	Identificar devidamente as bancadas, com nome referente ao TCC, autores e anexo do TCC.	Nayara e Barbara
Operacionalizar e realizar a manutenção	Realizar a manutenção dos computadores.	Mão de obra específica

dos computadores		
Lista do acervo do laboratório	Fazer lista dos materiais e equipamentos que o laboratório possui.	Todos
Criar um ambiente mais didático	Fazer com que o ambiente seja propício a aprendizagem, bem sinalizado e com padrão de trabalho e organização.	Todos

## APÊNDICE 2



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
CAMPUS TUCURÍ  
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA  
LABMEC-LABORATÓRIO DE MECÂNICA



### REGRAS E NORMAS DO LABORATÓRIO DE TÉRMICAS E FLUÍDOS

**O laboratório é um lugar de trabalho sério, trabalhe com atenção e calma, respeitando as normas e orientações do responsável!**

- É obrigatório o uso de vestimentas adequadas quando em atividade (calça comprida, sapato fechado, não usar acessórios, manter cabelos presos);
- Seguir sempre as orientações do docente ou responsável;
- Manter o ambiente limpo e organizado;
- Não mexer nas bancadas, não liga-las ou desliga-las, não retirar nenhuma peça. Risco de desregular ou danificar;
- Utilizar corretamente os equipamentos e materiais disponíveis, de acordo com o manual do equipamento e/ou instruções do docente ou responsável;
- Não executar nenhuma tarefa ou procedimento sem autorização e orientação prévias do docente ou responsável;
- Proceder o descarte adequado dos resíduos gerados durante a aula ou qualquer prática no laboratório, de acordo com as orientações do docente ou do técnico de laboratório;
- Manter as bancada e mesas de trabalho limpa e livre de materiais estranhos ao trabalho; após a realização da prática, limpar, organizar e guardar os materiais utilizados, deixando a bancada de trabalho limpa e arrumada;
- Usar Equipamentos de proteção individual (EPI's) em quaisquer procedimentos práticos;
- Aprenda a localização e como usar o extintor, antes que algum acidente aconteça;
- Em caso de acidentes/incidentes, independente da gravidade, **MANTENHA A CALMA, DESLIGUE OS EQUIPAMENTOS E FONTES DE ENERGIA**, interrompa o trabalho, avirta as pessoas próximas sobre o ocorrido, **avise ao docente ou técnico** e siga suas recomendações. Consultar e seguir a **Cartilha de Primeiros Socorros**, se necessário. **Preencher o formulário "Registro de Evento"** mesmo que o acidente seja de natureza leve;
- Respeite sempre o colega, bem como o seu trabalho e o seu espaço;
- **Deixe o laboratório com segurança!** Desligue as luzes, equipamentos elétrico, e certifique-se que as válvulas estão devidamente fechadas, quando trabalhar com gases;
- **Tranque as portas e armários e guarde as chaves nos seus devidos lugares.**

### APÊNDICE 3

<b>INVENTÁRIO DO LABORATÓRIO DE TÉRMICAS E FLUÍDOS</b>	
<b>Quantidade</b>	<b>Descrição</b>
1	Fogão biogás
1	Manômetro
10 m	Fio de Energia
1	Compressor ar comprimido
1	Bomba calorimétrica
2	Relógio comparador
1	Termômetro
1	Impressora
4	Motor elétrico
3	Botijão de gás
1	Botijão K-22
1	Sistema de hidráulica
2	Sensores de tomadas
1	Viscosímetro
1	Densímetro
1	Máquina a vapor
2	Transformador 220-460
2	Absorvente dinâmico
4	Compressores Refrigeração
1	Bancada de efeito magnos
1	Trocador de calor
2	Ventiladores
1	Fonte elétrica
1	Turbo compressor em corte
1	Vedação de caleifação
1	Termopares
1	Solenoides
1	Turbina aberto
1	Turbina fechado
1	Fluxostato
1	Filtro secador
1	Visor de nível de gás
2	Filtro de ar condicionador
6	Mangueira
1	Dijuntor
1	Bancada Concentrador solar parabólico
1	Bancada Didática de troca de calor casco tubo
1	Bancada Experiência de Reynolds
1	Bancada de Refrigeração por absorção quente e frio
1	Bancada de refrigeração quente e frio
1	Bancada de Refrigeração com geração de falhas
1	Bancada didática de refrigeração
1	Bancada calibrador de manômetro

## APÊNDICE 4



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
CAMPUS TUCURÍ  
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA  
LABMEC-LABORATÓRIO DE MECÂNICA



### MAPA DE RISCO DO LABORATÓRIO DE TÉRMICAS E FLUÍDOS

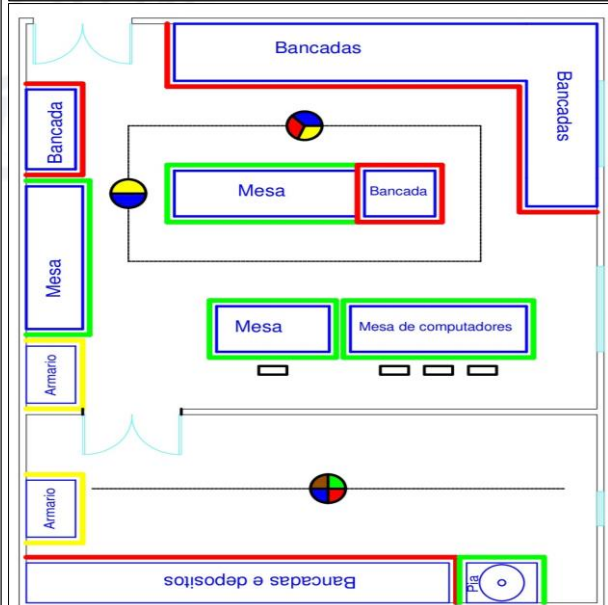
A presença do **mapa de riscos é fundamental para evitar acidentes de trabalho**, visto que o mesmo serve de indicador do nível dos riscos, auxiliando na prevenção e conscientização de todos.

O mapa de riscos é uma avaliação qualitativa dos riscos existentes nos locais de trabalho, sendo representada graficamente através de cores e círculos em tamanhos diferentes de acordo com a planta do ambiente analisado. O objetivo deste, é reunir as informações necessárias para estabelecer o diagnóstico da situação da segurança e saúde no trabalho do local analisado. Servindo para informar e conscientizar os colaboradores dos riscos presentes no dia a dia, para determinar as medidas de prevenção e segurança do trabalho. De acordo com a Portaria nº 25, o Mapa de Riscos deve ser elaborado pela CIPA, com a participação dos trabalhadores envolvidos no processo produtivo e com a orientação do Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT) do estabelecimento, quando houver.

<b>Elaboração</b>
Nayara Sampaio Brito Barbara Lima Cavalvante
<b>Colaboração</b>
Técnico do Laboratório de Mecânica Rodmilson Coelho Rodrigues
<b>Professores Responsáveis</b>
Prof <sup>o</sup> Msc <sup>o</sup> Jessé Luis Padilha Prof <sup>o</sup> Dr <sup>o</sup> Leopoldo Pacheco Bastos Prof <sup>o</sup> Msc <sup>o</sup> Maciel Costa Furtado Prof <sup>o</sup> Msc <sup>o</sup> Ronaldo Raposo

IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS				
Grupo	Riscos	Agentes	Gradação	Recomendações
1	Químico	• Gases- Amônia	Médio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sempre se manter atento</li> <li>• Uso de EPI's e EPC's.</li> <li>• Postura adequada em relação ao trabalho a ser executado.</li> <li>• Realizar intervalos durante trabalhos longo e excessivos.</li> <li>• Treinamento.</li> <li>• Em caso de acidentes manter a calma, e tomar as medidas cabíveis.</li> </ul>
2	Físico	• Umidade • Piso molhado	Médio	
3	Biológico	• Insetos, aranhas e outros. • Fungos	Médio	
4	Ergonômico	• Posturas incorretas	Médio	
		• Treinamento inadequado/ inexistente • Desconforto, • Responsabilidade e conflito, tensões emocionais		
5	Mecânicos	• Arranjo físico deficiente	Médio	
		• Máquinas sem proteção		
		• Matéria prima fora da especificação		
		• Equipamentos inadequados, defeituosos ou inexistentes		
		• Ferramentas inadequados, defeituosos ou inexistentes		
• Eletricidade				
		• Incêndio		

#### REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO MAPA DE RISCO DO LABORATÓRIO DE TÉRMICAS E FLUÍDOS



Tamanho dos Riscos	
	Risco Pequeno
	Risco médio
	Risco Grande

Simplificações	
	Mantenha longe
	Somente com autorização
	Acesso liberado

Fonte: Autoria própria.