

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
FARROUPILHA**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA**

**CURSO ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**PROJETO DE PAINEL ELÉTRICO AGROINDUSTRIAL BASEADO EM  
MODELO DE REFERÊNCIA: UM ENFOQUE NA ERGONOMIA  
COGNITIVA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**Fábio Kellermann de Freitas**

**Alegrete, 2016**

**PROJETO DE PAINEL ELÉTRICO AGROINDUSTRIAL BASEADO  
EM MODELO DE REFERÊNCIA: UM ENFOQUE NA ERGONOMIA  
COGNITIVA**

**Fábio Kellermann de Freitas**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Agrícola, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha (IFFarroupilha, RS) e da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Bacharel em Engenharia Agrícola**

**Orientador: Prof. Alex Leal de Oliveira**

**Alegrete, RS, Brasil**

**2016**

**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha**  
**Universidade Federal do Pampa**  
**Curso de Engenharia Agrícola**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova o Trabalho de Conclusão de Curso**

**PROJETO DE PAINEL ELÉTRICO AGROINDUSTRIAL BASEADO  
EM MODELO DE REFERÊNCIA: UM ENFOQUE NA ERGONOMIA  
COGNITIVA**

elaborado por  
**Fábio Kellermann de Freitas**

Como requisito parcial para a obtenção de grau de  
**Bacharel em Engenharia Agrícola**

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

**Alex Leal de Oliveira, Ms.**  
(Presidente/Orientador)

---

**Lauren Moraes da Silva, Ms.** (IFFarroupilha)

---

**Denise M. Borges Ancini, Esp.** (IFFarroupilha)

Alegrete, 24 de junho de 2016.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por sempre abençoar, proteger e iluminar a minha vida, permitindo que eu vencesse mais esta etapa.

Aos meus pais, Pedro Afonso (in memoriam) e Olga, por todo amor, carinho e educação que me deram, e por não medirem esforços em proporcionar tudo que necessitei até hoje.

As minhas irmãs, Aline e Fabiana por todo carinho, amizade e por sempre me incentivarem a cursar o ensino superior.

A minha namorada Kátia, por estar sempre ao meu lado, mesmo que residindo em outra cidade, pela paciência, incentivo e ajuda durante toda a graduação.

Ao meu orientador Alex, sempre acessível e disposto a ajudar, dando-me suporte na elaboração deste trabalho.

Aos professores e coordenadores do curso, pelo auxílio e por todos os ensinamentos que adquiro durante a jornada acadêmica.

## **RESUMO**

Trabalho de Conclusão de Curso

Curso de Engenharia Agrícola

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha, RS, Brasil

Universidade Federal do Pampa, RS, Brasil

### **PROJETO DE PAINEL ELÉTRICO AGROINDUSTRIAL BASEADO EM MODELO DE REFERÊNCIA: UM ENFOQUE NA ERGONOMIA COGNITIVA**

AUTOR: FÁBIO KELLERMANN DE FREITAS

ORIENTADOR: ALEX LEAL DE OLIVEIRA

Alegrete, 24 de junho de 2016

A ergonomia física, cognitiva e organizacional tem aplicação em diversos segmentos produtivos. Embora seja pouco estudado, o seu uso pode trazer benefícios para os operadores de unidades agroindustriais. Melhorias em controles de painéis elétricos podem aumentar a precisão das operações, reduzir acidentes e minimizar a fadiga, portanto, devem ser submetidos a melhoria contínua. O presente trabalho tem por finalidade avaliar um painel elétrico do tipo armário, localizado em uma unidade de beneficiamento de sementes, no município de Alegrete-RS. O equipamento foi analisado com base nos conhecimentos de ergonomia (adaptação do trabalho ao homem), com ênfase na ergonomia cognitiva, que trata de aspectos associados à atividade mental como memória, sensação, percepção, entre outras. A proposta de melhoria ergonômica do painel foi elaborada com o auxílio de um recurso computacional onde foi redesenhado o painel de referência, apontando as melhorias relacionadas a aspectos de segurança e cognitivos, visando a melhoria de sua usabilidade. As melhorias foram realizadas na configuração dos botões em geral, mostradores (amperímetros e voltímetros), sistema de fechamento e ventilação do painel, além da adição de dispositivos de segurança, como botão de emergência e etiquetas de sinalização de advertência. Ao término do trabalho, concluiu-se que as mudanças no projeto de referência serviram para aprimorar a interação entre usuário e máquina, tornando o ambiente de trabalho mais seguro e eficaz.

**Palavras-chave:** Painel elétrico; Ergonomia cognitiva; Agroindustriais.

## **ABSTRACT**

Course Competition Assignment

Agricultural Engineering

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha, RS, Brazil

Universidade Federal do Pampa, RS, Brazil

### **DESIGNE OF A AGROINDUSTRIAL PANEL BASED ON REFERENCE PANEL:**

#### **FOCUS ON COGNITIVE ERGONOMICS**

**AUTHOR: FÁBIO KELLERMANN DE FREITAS**

**ADVISOR: ALEX LEAL DE OLIVEIRA**

Alegrete, June 24th 2016.

The physical, cognitive and organization ergonomics may be applied in several segments of production. Even this topic is poorly studied, its use may benefit agroindustrial units operation, reducing accidents and minimizing workers fatigue. Therefore this subject must keep constant improvements. This study aims to evaluate an electric panel located in a processing plant seeds in Alegrete State of Rio Grande do Sul. The equipment was analyzed based on ergonomic knowledge (work adaptation to man), with emphasis on cognitive ergonomics, which deals with aspects associated with mental activity such as memory, sensation, perception, among others. The proposal for ergonomic improvement of the panel was draw up with the assistance of a computer to redesigned it, poiting improvements related to cognitive and safaty aspects improving its usability. The improvements were made in the configuration of the general buttons, dials (ammeters and voltmeters), closure system and ventilation system of the panel, also adding some safety devices such as emergency button and warning signs labels. After the panel had been redesigned it was concluded that changes in the reference designe helped to enhance the interaction between user and machine, making it more safe and efficiente to the work environment.

**Keywords:** Electric panels; Cognitive ergonomic; Agroindustry.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma operacional de uma unidade de beneficiamento de grãos .....	15
Figura 2 - Ergonomia física, cognitiva e organizacional.....	18
Figura 3 - O diagrama “homem máquina” .....	22
Figura 4 - Tipos de mostradores .....	29
Figura 5 - Configuração errada e certa de números e ponteiro dos mostradores .....	30
Figura 6 - Mostrador de simples e fácil interpretação .....	30
Figura 7 - Arranjo de instrumentos em painéis .....	31
Figura 8 - Exemplos de arranjos espaciais de mostradores associados a controles .....	32
Figura 9 - Dispositivos para acionamentos de máquinas .....	33
Figura 10 - Projeto de interruptores de alavanca.....	34
Figura 11 - Botão giratório com regulagem escalonada.....	35
Figura 12 - Associação entre movimentos de mostradores e controles.....	36
Figura 13 - Variações de contraste .....	37
Figura 14 - Aplicações e significados das cores utilizadas em controles elétricos .....	39
Figura 15 - Trajetos percorridos pela corrente elétrica no corpo humano.....	40
Figura 16 - Vista interna de painéis do tipo armário com apenas um compartimento .....	43
Figura 17 - Vista externa de um painel do tipo multicolumnas.....	43
Figura 18 - Painel elétrico do tipo mesa .....	44
Figura 19 - Vista interna de um painel do tipo caixa.....	45
Figura 20 - Vista geral dos painéis elétricos.....	47
Figura 21 - Configuração dos botões giratórios.....	48
Figura 22 - Configuração dos botões de pressão.....	48
Figura 23 - Sequência do beneficiamento de sementes do painel de referência.....	49
Figura 24 - Sequência do beneficiamento de sementes do painel reprojeto.....	50
Figura 25 - Mostrador (amperímetro).....	51
Figura 26 - Mostrador (voltímetro).....	51
Figura 27 - Botão de parada de emergência.....	52
Figura 28 - Sistema de ventilação.....	53
Figura 29 - Componentes do sistema de ventilação.....	53
Figura 30 - Sistema de fechamento do painel (detalhes das fechaduras).....	54
Figura 31 - Vista interna do painel (não compartimentado).....	55

Figura 32 - Vista lateral do sistema de fechamento do painel reprojetoado.....	55
Figura 33 - Etiquetas de advertência.....	56
Figura 34 - Visão geral do usuário diante do painel reprojetoado.....	56



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>1.1 Revisão de literatura</b> .....	12
1.1.1 A importância do beneficiamento de grãos .....	12
1.1.2 A ergonomia aplicada ao segmento agroindustrial nas UBS e UBG .....	16
1.1.3 Breve revisão sobre ergonomia .....	17
1.1.3.1 Ergonomia física.....	18
1.1.3.2 Ergonomia organizacional.....	19
1.1.3.3 Ergonomia cognitiva .....	20
1.1.4 Uso dos sentidos .....	23
1.1.5 Atividade mental .....	23
1.1.6 Sensação e percepção .....	24
1.1.7 Memória .....	25
1.1.8 Memória de curto prazo.....	25
1.1.9 Memória de longo prazo.....	26
1.1.10 Tempo de reação.....	26
1.1.11 Estresse no trabalho .....	27
1.1.12 Mostradores .....	28
1.1.13 Controles.....	32
1.1.13.1 Botões de pressão .....	33
1.1.13.2 Interruptores de alavanca.....	33
1.1.13.3 Botões ou interruptores giratórios .....	34
1.1.13.4 Botões giratórios para regulagem contínua .....	35
1.1.13.5 Botões indicadores.....	35
1.1.13.6 Controles associados a mostradores .....	36
1.1.14 Letras e palavras .....	36
1.1.15 Símbolos .....	37
1.1.16 Uso de cores .....	38
1.1.17 Segurança adicional em painéis agroindustriais.....	39
1.1.17.1 Operações acidentais .....	39
1.1.17.2 O risco elétrico.....	39
1.1.18 Painéis elétricos .....	41

1.1.18.1 Painel elétrico do tipo armário .....	42
1.1.18.2 Painel elétrico do tipo multicolunas .....	43
1.1.18.3 Painel elétrico do tipo mesa.....	44
1.1.18.4 Painel elétrico do tipo caixa .....	44
<b>2 METODOLOGIA.....</b>	<b>46</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>47</b>
<b>4 CONCLUSÃO.....</b>	<b>57</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>58</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>59</b>

# 1 INTRODUÇÃO

A ergonomia basicamente é o estudo da adequação do trabalho ao homem. Atualmente a ergonomia vem sendo levada a sério em todas as atividades, principalmente no setor de serviços (educação, saúde, transporte, lazer, entre outros), mas a sua aplicação no segmento rural e agroindustrial ainda parece tímida. Ao contrário do que se via há algumas décadas, onde a ergonomia relacionava somente aspectos vinculados a indústria de máquinas e equipamentos, e a condições físicas vinculadas ao trabalhador (como excesso de esforço físico, repetitividade de movimentos, fadiga), hoje, além de englobar estes aspectos, também abrange aspectos cognitivos e organizacionais, visando à melhoria na ampliação da interação entre homem, máquina e ambiente, onde a cognição refere-se a aspectos associados à mente, como o recebimento e processamento de informações, enquanto que os organizacionais referem-se à otimização no processo de gestão da produção da empresa como um todo.

Em indústrias de beneficiamento de grãos e sementes é indispensável a utilização de máquinas para efetuar as etapas do processamento dos produtos. Estas máquinas são acionadas por meio de dispositivos de controle (botões de pressão, alavancas, etc.), dispostos em painéis elétricos. É importante que a empresa forneça treinamento operacional e de segurança aos operadores destes equipamentos, com o intuito de evitar danos à saúde dos mesmos e comprometimento da produção da agroindústria. Em grande parte das unidades agroindustriais essa preocupação com as questões ergonômicas muitas vezes não ocorre, podendo desencadear nos trabalhadores transtornos psíquicos, como ansiedade, medo e insegurança, além da fadiga física e visual, comprometendo a eficiência dos processos.

Apesar das melhorias na tecnologia de produção de sementes e grãos, os avanços em saúde e segurança do trabalho não acompanham tal desempenho. Tal descuido tem favorecido a ocorrência de acidentes causados por: condições inseguras, equipamentos defeituosos, falta de protetores, iluminação e ventilação inadequada, desorganização e pelo comportamento inseguro de alguns trabalhadores (VAN DER LAAN et al., 2012). Além da presença das poeiras em concentração elevada, ruído excessivo e do trabalho em condições ergonômicas desfavoráveis (OLIVEIRA, 2013).

O desajuste em relação à ergonomia, nos ambientes destinados ao beneficiamento de grãos e sementes, é imenso. Este pode ser percebido, por exemplo, nas etapas de recepção e movimentação de cargas (ergonomia física), na ineficiente gestão de pessoas (ergonomia

organizacional) e nos comandos e acionamentos (ergonomia cognitiva) de máquinas e equipamentos destinados ao beneficiamento dos produtos oriundos da lavoura.

Muitos dos painéis elétricos encontrados nas indústrias de beneficiamento de grãos e sementes não estão dimensionados de forma adequada, e vários se encontram dispostos incorretamente dentro da unidade de beneficiamento de sementes (UBS) ou de grãos (UBG), com a fiação elétrica exposta e seus controles, por vezes, mal identificados, confundindo, dificultando e pondo em risco a integridade do trabalhador. Diante dessa situação, e de muitas outras, é fácil percebermos a importância da relação da ergonomia no cotidiano de trabalho.

Este trabalho de conclusão de curso tem o objetivo de identificar possíveis erros que podem ser encontrados na configuração de painéis elétricos de agroindústrias destinadas ao beneficiamento de grãos e sementes. A análise do painel elétrico, do ponto de vista da ergonomia cognitiva, é um estudo importante e pode ser de aplicabilidade para as diversas UBS e UBG que desejarem reproduzir o estudo proposto no presente trabalho. Baseado na análise de acervo de imagens e conversas com profissionais da área (operadores), é possível antecipar as possíveis falhas na configuração do projeto como, a má disposição e identificação dos dispositivos de controle (botões, mostradores, etc.), adequando os mesmos conforme a literatura, e a melhor usabilidade dos operadores. O processo de análise do painel elétrico de UBS/UBG será descrito e abordado no decorrer do presente trabalho, fundamentado nos diferentes tipos de ergonomia, com enfoque especial na ergonomia cognitiva.

## 1.1 Revisão de Literatura

### 1.1.1 A importância do beneficiamento de grãos

A alimentação é uma necessidade básica e imprescindível para a vida da humanidade, ou seja, a falta ou o excesso de nutrientes, na maioria das vezes causam enfermidades, tornando-se um risco na saúde pública. A ideia de uma alimentação saudável e a demanda crescente por alimentos destaca a produção de grãos como um importante componente da dieta dos povos, variando conforme cada condição cultural. Com isso, a deficiência na oferta de grãos

beneficiados pode comprometer a segurança alimentar e nutricional da população (ABREU, VIANA, *et al.*, 2001).

A agricultura no Brasil encontra-se em plena ascensão, com destaque especial para o cultivo de grãos. Atualmente o país destaca-se mundialmente neste cenário, produzindo soja (33,130 milhões de hectares), milho (15,480 milhões de hectares), arroz (2,023 milhões de hectares), trigo (2,448 milhões de hectares) (CONAB, 2016). Isso ocorre devido aos incentivos destinados a pesquisas tecnológicas voltadas a produção agrícola, refletindo no crescimento positivo da balança comercial. Em contrapartida os serviços de comércio agrícola, como o de transporte e beneficiamento e armazenamento, não estão acompanhando no mesmo ritmo este desenvolvimento. Para o Brasil manter-se no setor de produção de grãos de uma forma competitiva e viável, ampliando as exportações e abastecendo a gradativa demanda interna, deverá incentivar investimentos não somente no que se refere a produção, mas sim em relação as etapas de pós-colheita, essencial para que haja qualidade no armazenamento de grãos. (AZEVEDO, OLIVEIRA, *et al.*, 2008).

Dentre as principais culturas graníferas produzidas no Brasil, a soja é a cultura que mais cresceu nas últimas três décadas. O grão é cultivado principalmente nas regiões centro oeste e sul do país. A soja é componente primordial na fabricação de rações animais, devido ao alto teor de proteína, e também é uma alternativa na fabricação de biodiesel, combustível capaz de reduzir em até 78% a emissão de gases causadores do efeito estufa (BRASIL, 2016).

Outra cultura que merece destaque é a produção de milho. Atualmente, o Brasil é o terceiro maior produtor mundial do grão, sendo cultivado principalmente nas regiões centro-oeste, sudeste e sul do país. O grão é industrializado e transformado em farinha, óleo, amido, margarina, xarope de glicose e flocos para cereais, mas o principal destino da safra são as indústrias de rações para animais (BRASIL, 2016).

Se considerarmos a característica local, a orizicultura também deve ser analisada, pois o arroz é considerado um dos cereais mais consumidos no mundo. O Brasil encontra-se na nona colocação entre os maiores países mundiais produtores do grão, ficando esta produção distribuída nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Mato Grosso. O cultivo de arroz irrigado, aplicado na região sul, contribui, em média, com 54% da produção nacional, o que torna o estado o maior produtor de arroz do país (BRASIL, 2016).

Todas as culturas citadas anteriormente precisam de beneficiamento para viabilizar a sua qualidade de armazenamento e posterior comercialização. Além de todo o empenho na produção de grãos para o abastecimento humano, animal e energético, as lavouras destinadas à

produção de sementes (genética, básica, C1, C2, S1 e S2) também precisam ser submetidas a etapa de beneficiamento.

A produção nacional de grãos e sementes emprega bastante mão-de-obra, gerando emprego e renda no campo. Tomando como exemplo a produção de sementes de soja, o negócio de sementes no país é robusto, envolvendo 5.450 engenheiros agrônomos, 16.350 técnicos agrícolas, 380 pesquisadores, 48.750 auxiliares de campo, 2.500 auxiliares de laboratório, 29.000 auxiliares de vendas, 110.000 trabalhadores temporários e 2.600 auxiliares envolvidos com beneficiamento e armazenamento (MENEGUELLO; PESKE, 2013).

Segundo Silva, Parizzi e Sobrinho (2008) o beneficiamento é uma das últimas fases da pós-colheita de grãos. É nessa etapa que se retira todos os contaminantes que afetam a qualidade dos grãos, como: sementes ou grãos imaturos, partidos ou rachados, sementes de ervas daninhas, material inerte, (pedra, partes de plantas). Com isso se melhora as qualidades físicas, fisiológicas e sanitárias do produto, proporcionando assim uma melhor classificação em relação a padrões comerciais.

A retirada das impurezas de um lote de grãos é realizada com base na aplicação das diferenças físicas dos materiais que formam o lote original (impurezas ou materiais estranhos, grãos perfeitos e outros). O método mais antigo de beneficiamento empregado foi o abano, que se baseia na diferença de densidade entre produto perfeito e as impurezas. Porém a densidade não é a única característica física dos grãos, outras diferenças, como tamanho (largura, comprimento e espessura), cor, forma, textura, condutividade elétrica e afinidade com líquidos hoje são identificados e formam as bases para projetos de equipamentos modernos para separação dos diferentes produtos agrícolas (SILVA, PARIZZI e SOBRINHO, 2008).

Com a evolução tecnológica, o beneficiamento de grãos e sementes vem sendo realizado por máquinas planejadas no intuito de distinguir as principais características físicas dos grãos e dos seus contaminantes a serem separados, ou seja, o produto deve passar pelas etapas de pré-limpeza, secagem, limpeza, classificação. A seguir, será descrita cada uma destas etapas de acordo com (SILVA, PARIZZI e SOBRINHO, 2008):

- **Recepção:** dependendo das condições que os grãos chegam até a unidade agroindustrial (a granel ou em sacarias), os mesmos podem ser transportados até os silos armazenadores (grão seco) ou podem ser transportados diretamente ao processo de beneficiamento, iniciado pela etapa de pré-limpeza.

- **Pré-Limpeza:** esta operação tem o propósito de simplificar e aumentar a eficiência das operações de beneficiamento, retirando-se ao máximo as impurezas (pedaços de ramos, palhas, folhas, torrões, poeira, etc.). Para praticar esta operação são utilizados uma ou mais

peneiras, planas, vibratórias ou cilíndricas, geralmente constituídas por um sistema de ventilação, visando a retirada de materiais mais leves que o grão.

- **Secagem:** esta etapa é realizada quando as sementes ou grãos chegam a indústria com umidade elevada para o processo de beneficiamento ou para armazenamento por um longo tempo. O produto deve ser transportado de forma rápida, logo após a etapa de pré-limpeza, para impedir sua degradação.

- **Limpeza:** destina-se basicamente em separar impurezas restantes da pré-limpeza e as produzidas no sistema de secagem. Nesta operação é realizada uma separação de todos os materiais indesejáveis, como grãos ou sementes imaturas, defeituosas ou de outras espécies. As máquinas utilizadas neste processo, geralmente são dotadas de um jogo de peneiras e um ventilador ou mais, dependendo do rigor necessário para a separação.

- **Classificação:** neste processo é determinada a qualidade do produto. Isso é realizado através de análises específicas comparadas aos padrões oficiais de normatização, coordenação e fiscalização determinados pelo Ministério da Agricultura, que poderá firmar convênios com entidades públicas ou privadas para a realização desta atividade.

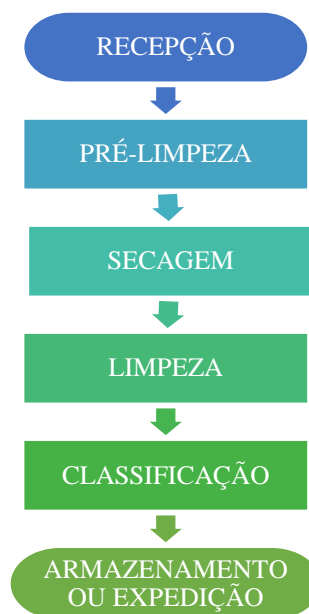


Figura 1 - Fluxograma operacional de uma unidade de beneficiamento de grãos

Fonte: Elaborada pelo autor, adaptado de (SILVA, PARIZZI e SOBRINHO, 2008)

### 1.1.2 A ergonomia aplicada ao segmento agroindustrial nas UBS e UBG

Segundo Iida (2005), a ergonomia ajuda na melhoria da eficiência, na confiabilidade e na qualidade das operações industriais. Isso pode ser realizado basicamente por três vias: aperfeiçoamento do sistema homem-máquina-ambiente, organização do trabalho e melhoria das condições de trabalho.

O aperfeiçoamento do sistema homem-máquina-ambiente pode ocorrer tanto na fase de projeto de máquinas, equipamentos e postos de trabalho, como na adoção de modificações em sistemas atuais, adaptando-os às capacidades e limitações do organismo humano (IIDA, 2005).

Embora os conhecimentos sobre ergonomia estejam se difundindo, sua aplicação em unidades agroindustriais ainda é tímida, mas tem grande potencial de expansão. As unidades destinadas ao beneficiamento e armazenamento de grãos têm sido visitadas pelos órgãos de fiscalização, e os empresários têm buscado modernizar seu maquinário de beneficiamento, melhorando a sua eficiência técnica, operacional, ambiental e de segurança do trabalho.

A identificação da ergonomia na agroindústria graneleira, acontece pelo reconhecimento dos locais onde ocorrem problemas ergonômicos agravantes. Estes podem ser identificados por alguns sintomas, como elevado índice de erros, doenças, acidentes, rodízio dos trabalhadores e abstenções. Através dessas constatações, pode-se imaginar que esteja ocorrendo uma má adaptação das máquinas e equipamentos e falhas na sistematização do trabalho, que ocasionam dores osteomusculares e tensões de ordem psíquica nos trabalhadores (IIDA, 2005).

As unidades de beneficiamento de grãos enquanto unidades agroindustriais, estão sujeitas a fiscalizações de diversos órgãos, de ordem fiscal, tributária e de atendimento às legislações previstas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Como existem trabalhadores que exercem sua atividade laboral no interior das unidades, a relação empregador - empregado é orientada pela legislação específica, estabelecida pelo Ministério do Trabalho e Previdência Social – (MTPS). Muitas vezes a fiscalização trabalhista tem como objetivo a averiguação das condições ergonômicas do trabalho executado nas unidades agroindustriais destinadas a atividade de pós-colheita de grãos. Conforme Vieira (2007), sempre que uma empresa for notificada por auditor fiscal do trabalho e se propuser à realização de uma análise ergonômica do trabalho, os responsáveis pelo empreendimento devem ter clareza do objeto de análise mesmo que no termo de notificação não apresente maiores detalhes, sendo necessário o contato do ergonomista-consultor e o auditor fiscal.



Iida (2005) relata que em atividades agrícolas, frequentemente há uma elevada variação nas tarefas para cada empregado, sendo difícil identificar o posto de trabalho de cada funcionário, devido à grande mobilidade funcional e física dos mesmos. Durante o trabalho utilizam variados tipos de equipamentos e realizam diversas funções dentro da empresa.

### 1.1.3 Breve revisão sobre ergonomia

Para Barbosa Filho (2010), a ergonomia é o termo designado da prática interdisciplinar de conhecimentos, que aborda uma série de cautelas que envolve o homem e as especificidades ligadas a cada tarefa que desempenha no trabalho, observando as características e restrições de cada indivíduo. Portanto esse trabalho deve ser amplamente compreendido, não relacionado apenas ao esforço físico, mas em todos os seus aspectos. Somente nesse contexto serão alcançados os objetivos de maximizar os resultados desse trabalho e minimizar os esforços, o esgotamento e as possíveis perdas à integridade da saúde humana resultantes dessa situação.

Pouco conhecida publicamente, a ergonomia vem destacando-se crescentemente na criação de modernos ambientes de trabalho, que incluem a relação do homem no universo tecnológico presente nesses ambientes e as necessidades de produtividade, qualidade e diminuição de custos relativos a produção (BARBOSA FILHO, 2010).

Segundo Iida (2005), há várias definições de ergonomia. Todas buscam enfatizar o caráter multidisciplinar e o objeto de sua ciência, que é a inter-relação entre o homem e o trabalho, no sistema homem-máquina-ambiente. Ou de forma mais precisa, a conexão desse sistema, onde há trocas de energias e informações entre homem, máquina e ambiente, ocasionado na execução do trabalho.

Para Correia e Silveira (2009), a finalidade da ergonomia é a adaptação do trabalho ao homem, proporcionando adequadas condições ambientais que atenda aos trabalhadores com um mínimo de satisfação e conforto na realização de suas atividades. Essas adequações geram crescentes melhorias nos resultados da organização dos processos produtivos no ambiente de trabalho.

Segundo Másculo e Vidal (2011), quaisquer máquinas e sistemas nos quais o ser humano esteja envolvido devem ser adaptados ao usuário, e não o contrário. Ou seja, a ergonomia tem objetivo de adaptar os sistemas (processo, serviço ou produto) aos usuários e não que os usuários se adaptem ao sistema. Se essa adaptação for alcançada, o estresse nos

usuários é reduzido, melhorando assim seu desempenho, tornando o trabalho mais eficiente e seguro, gerando menos incidentes.

Geralmente a ergonomia gira em torno de três domínios especializados, que abordam algumas características específicas do sistema, que são: Ergonomia física, cognitiva e organizacional. A figura 2 mostra o esquema desses domínios:

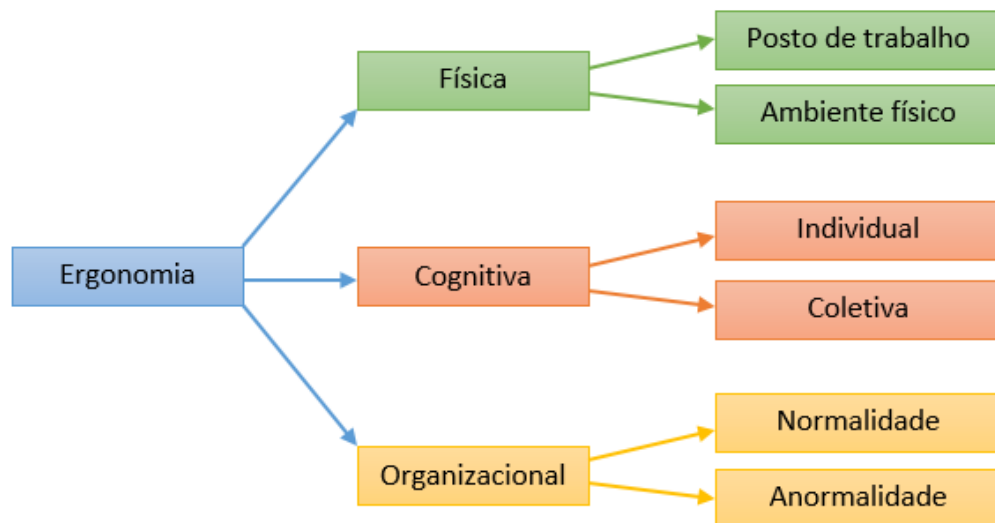


Figura 2 - Ergonomia Física, Cognitiva e Organizacional

Fonte: Elaborada pelo autor, adaptada de (FERAUCHE, 2007)

### 1.1.3.1 Ergonomia Física

Segundo Iida (2005), este tipo de ergonomia relaciona-se com a atividade física do trabalhador, levando em consideração os aspectos da anatomia humana, fisiologia, antropometria e biomecânica. Estes aspectos incluem a postura de trabalho, movimentos repetitivos, manuseio de materiais, distúrbios músculo esqueléticos ligados ao trabalho, concepção de postos de trabalho, saúde e segurança do trabalhador.

Para Vidal (2000) a ergonomia física busca adequar as exigências físicas aos limites e capacidades do corpo humano durante uma jornada de trabalho. Isso ocorre através do projeto

de interfaces de informação (displays) e de interfaces de acionamentos (controles), ambas adequadas para o relacionamento entre homem-máquina-ambiente.

Barbosa Filho (2010) descreve a ergonomia física como ergonomia geométrica, onde relata que a mesma trata basicamente do estudo das formas e dimensões do ser humano e suas necessidades de espaço, bem como das repercussões daí decorrentes.

O esforço físico, tipo de músculos empregados, duração de exposição as atividades, quantidade de energia requerida, são variáveis referentes a biomecânica. Alguns músculos possuem maiores capacidades do que outros, e a atividade muscular estática apresenta diferentes exigências da atividade muscular dinâmica: o elevado grau de esforço estático acarreta a fadiga prematura do músculo. Para que esse tipo de problema não ocorra, os estudos da biomecânica pesquisam os melhores tipos de comandos, pedais, alavancas, bem como suas interações com as cadeiras, assentos, bancos e postura do operador (DELA COLETA, 1991).

Tomando como exemplo de ergonomia física, Gadotti, Oliveira, *et al.* (2015), descrevem que o fluxo de insumos e sacarias nas unidades agroindustriais, sempre que possível deve ser realizado através de transportadores, que diminuem o esforço físico praticado pelo trabalhador. Se a empresa não possuir estes equipamentos, a movimentação dos produtos deverá ser realizada através de posturas ergonomicamente favoráveis.

### 1.1.3.2 Ergonomia Organizacional

Trata-se da otimização dos sistemas sócio técnicos, compreendendo os mecanismos de organização, processos e políticas. Os temas importantes contêm comunicações, organograma da atividade em grupo, plano de atividade, plano participativo, cultura organizacional, atividade cooperativa, tele trabalho, gerenciamento da qualidade e organizações em rede (IIDA, 2005).

Segundo Michel (2001) para se diagnosticar a organização da atividade no interior de uma empresa, deve-se considerar o relacionamento entre os colaboradores, o relacionamento dos mesmos com os superiores, o ritmo de trabalho, os intervalos para repouso, os objetivos a serem alcançados e outros enfoques, como duração de turnos e quantidade de horas extras.

Nesse aspecto é fundamental que seja exercida uma política de gestão capaz de agregar produção, segurança e satisfação, cumprindo assim as exigências do trabalhador e da empresa. Para isso, a organização do trabalho tem o propósito de determinar regras, procedimentos e uma

sequência ordenada e adequada das atividades produtivas, pretendendo motivar a eficiência e a qualidade das mesmas, e amenizar a sobrecarga de trabalho (CORREIA e SILVEIRA, 2009).

Cada atividade tem suas próprias formas de condução, que são postas por vários meios e razões, tal como diferentes táticas de efetivação entre indivíduos, ou pelo mesmo, em função do cansaço e outros condicionantes. Com isso o ritmo propício, as necessidades de intervalos para recuperação, a cobrança de menor ou maior padronização do objeto etc., devem ser analisados atentamente, em cada situação (MICHEL, 2001).

Considerando um exemplo organizacional, Wachowicz (2013) relata que a idade tem uma grande influência na curva de produtividade do trabalhador no decorrer da vida. Indivíduos com idades entre 40 e 50 anos têm diferentes características em comparação a jovens de até 28 anos. Conforme o avanço da idade ocorre um declínio da força muscular, do alcance e da flexibilidade, com isso os movimentos se tornam mais lentos, a capacidade auditiva e visual vai aos poucos diminuindo sua eficiência. No entanto, pessoas com maior idade adquiriram experiências e podem ter uma boa performance no trabalho, por serem mais precavidas, decisivas e exigentes no conhecimento de novas práticas, podendo assim, serem remanejadas, ocupando outros cargos na produção, que não exijam muito da atividade motora, como controle de qualidade, supervisão, etc.

### 1.1.3.3 Ergonomia Cognitiva

Atualmente poucos trabalhadores dependem da força física, mas principalmente dos aspectos cognitivos. A ergonomia cognitiva trata dos processos mentais, como a memória, percepção, raciocínio e resposta motora, relacionadas através da interatividade de humanos e outros elementos de um sistema. A cognição refere-se ao processo de aquisição (aprendizagem), armazenamento (memória) e uso dos conhecimentos para o trabalho. Os aspectos relevantes incluem a interação homem-computador, treinamento, tomada de decisões, carga mental e estresse (IIDA, 2005).

Segundo Correia e Silveira (2009), a ergonomia cognitiva de uma forma geral, aborda o fato de como as pessoas avaliam e organizam informações absorvidas em ocasiões decorrentes do trabalho. Dentre as atribuições cognitivas estão o raciocínio e a capacidade de abstração; a pessoa com problemas desta ordem, pode apresentar dificuldades de entendimento,

assimilação e retenção de informações se submetida a elementos como carga mental, pressão psicológica, estresse entre outros, que são cotidianos da maioria das empresas.

Conforme Braga (2013), no século XVIII a Revolução Industrial impôs a substituição do trabalho físico pelo uso de máquinas. Desde os anos 50 e 60, a Revolução da Informática exigiu uma troca das habilidades necessárias ao trabalho, como:

- Redução da resistência física e aumento da vigilância e atenção prolongada;
- Redução de força motora e maior habilidade na resolução de problemas;
- Redução da habilidade física e maior planejamento e raciocínio;
- Redução de suportes mecânicos e maior expansão das funções mentais;

Braga (2013) enfatiza que a ergonomia cognitiva é conduzida para o resultado ou o produto do empenho do sistema de trabalho. A mesma está vigorosamente motivada pela psicologia cognitiva e as ciências cognitivas, onde o homem é um sistema de tratamento de informação. As principais questões que a ergonomia cognitiva utiliza, são:

- A capacidade de aprendizagem e adaptação humana são deficientes perante as demandas tecnológicas. As pessoas não proporcionam a velocidade e a agilidade das reações complexas que a tecnologia impõe;
- A capacidade humana de raciocinar sobre uma informação é determinante para a adaptação entre homem-máquina. Os aspectos de rapidez, discernimento, tempo de reação, entre outros, são bem explorados com a coerência entre o cérebro e o computador;
- O mundo virtual mostra o cérebro como um sistema adaptativo e as ações humanas conduzidas para um propósito. Assim a qualidade do trabalho depende do que as pessoas têm como intuito, do que elas entendem, almejam, etc.

Dela Coleta (1991) nomeia a ergonomia cognitiva como ergonomia informacional, onde a mesma trata especialmente em otimizar a adaptação das fontes emissoras de sinais (painéis mostradores, ponteiros indicadores) e a série de exposições desses sinais às capacidades e possibilidades de resposta do ser humano. Prima-se pela otimização e não pela maximização, pois não se trata de maximizar a produção da máquina, nem de minimizar o esforço humano, mas de localizar o melhor alvo, em que as demandas e as capacidades sejam unidas.

Com o nome “Sistema Homem-Máquina” compreendemos as relações de sintonia entre a máquina e o homem que a opera (GRANDJEAN, 1998). Esse sistema é ilustrado na figura 3:

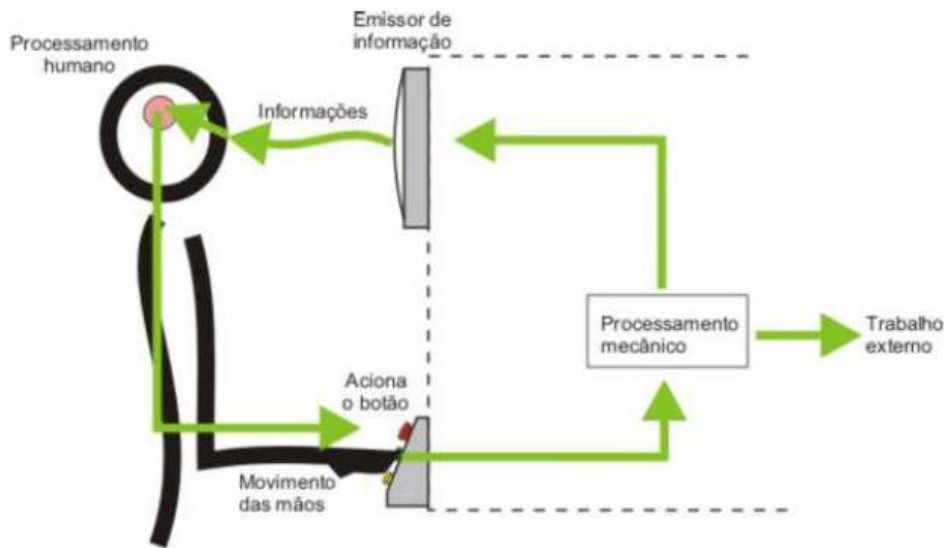


Figura 3 - O diagrama “homem máquina”

Fonte: (LUGLI, 2010)

Da figura acima, pode-se inferir que esse tipo de sistema tem um ciclo fechado, ao qual o homem assume uma posição chave, porque cabe a ele o poder de decisão. O mostrador é o mecanismo de informação e direção que fornece as informações sobre o fluxo da produção, o homem capta esta informação através da percepção, logo necessita perceber e interpretar estas informações. Após a interpretação da percepção e de seu conhecimento adquirido deve tomar a decisão. O passo seguinte é transmitir esta decisão por meio do manuseio dos controles. Uma ferramenta de controle indica ao homem o efeito de seu acionamento, por exemplo (o quanto de água foi adicionado a produtos reagentes). O equipamento então realiza a técnica de fabricação planejada. O ciclo é fechado quando se identifica nos mostradores as ocorrências específicas da produção, (dose de produto, temperatura, pressão, etc.) (GRANDJEAN, 1998).

Hoje em dia, falam-se maravilhas da automação e se imagina como será o dia em que as máquinas possam trabalhar sozinhas, sem a ajuda do homem. O fato é que a automação sempre dependerá da intervenção humana, seja no âmbito de projeto e construção da máquina ou no que se refere a programação e manutenção deste sistema, ou seja, a máquina sempre dependerá do homem (MORAES e MONT' ALVÃO, 2000).

A seguir, serão abordados alguns temas que proporcionaram um melhor entendimento sobre todos os aspectos que envolvem a ergonomia cognitiva.

#### 1.1.4 Uso dos sentidos

O olho humano tem a capacidade simultânea de perceber uma vasta quantidade de referências, uma pessoa com deficiência visual apresenta grandes limitações para captar e assimilar estas informações. Por isso, a visão é considerada uma das mais importantes fontes ligadas a cognição (LUGLI, 2010).

Vários experimentos afirmam que há relações entre os órgãos sensoriais. Por exemplo, ruídos excessivos atrapalham a atenção e a atividade visual. Paredes de cor avermelhada promovem sensação de calor no ambiente (IIDA, 2005).

Segundo Lugli (2010), as novas tecnologias possibilitam a apresentação simultânea de uma vasta quantidade de informações. Estas podem ser captadas pelo organismo através de diversos canais sensoriais. Quando sinais simultâneos utilizam alguns destes canais, frequentemente não há muitos problemas. Por exemplo, dirigir o automóvel com o rádio ligado.

Quando há mais de uma informação obtida pelo mesmo canal, a situação torna-se mais complicada podendo acarretar em falhas. Por exemplo, é complicado ler um manual enquanto se controla um painel, porque os dois dependem da visão. Neste caso, os fatos que ocorrem no painel podem ser convertidos em sinais sonoros, assim cada informação seria utilizada por canais diferentes, o da visão e da audição, tornando possível a realização da tarefa ao mesmo tempo (LUGLI, 2010).

Lugli (2010) enfatiza que em alguns casos, com o intuito de ampliar a percepção, a mesma informação pode ser transferida simultaneamente por mais de um canal. Por exemplo, as ambulâncias utilizam giroflex (luz vermelha e sirene) e luzes estroboscópicas (pisca-pisca).

#### 1.1.5 Atividade mental

Para Grandjean (1998) a atividade mental no sentido mais amplo, significa o nível de exigência da criatividade do indivíduo. Como regra geral, as informações devem ser interligadas através de conhecimentos técnicos adquiridos para desenvolver uma base mental com novos valores. O conhecimento, a experiência, a eficiência mental e a capacidade para elaborar novas ideias são elementos primordiais para obter esta tarefa. Exemplos: Projeto de novas máquinas, poder de síntese de um tema, redigir um relatório, etc.

A poucos anos atrás, dividia-se o trabalho em físico e mental, onde a tarefa física era realizada pelos operários e a tarefa mental pelos gestores das empresas. Esta desigualdade, hoje é pouco expressiva. Primeiramente existem atividades onde as exigências da mente são elevadas e que não podem deixar de ser denominadas como atividade mental, por exemplo, a computação de dados que demanda atenção contínua e autonomia no poder decisório. Em segundo lugar, estas tarefas ocorrem repetidamente para os operários e não são de forma alguma destinadas aos outros empregados (GRANDJEAN, 1998).

De acordo com Moraes (2000) com o passar do tempo o raciocínio e outros processos mentais tornam-se menos eficazes. Quanto mais duradoura a leitura, mais difícil fica a assimilação da informação e seguidamente é necessário ler um trecho novamente para que as palavras e frases obtenham fundamento.

#### 1.1.6 Sensação e percepção

Segundo Iida (2005, p. 258) “sensação e percepção são etapas de um mesmo fenômeno, envolvendo a captação de um estímulo ambiental e transformando-o em cognição”.

A percepção envolve processamento, diferentemente da sensação que é um fenômeno basicamente biológico. A percepção está vinculada à recepção e identificação de uma informação, relacionando-a com uma informação previamente gravada na memória. Resulta também de conhecimentos preliminares e de aspectos pessoais como personalidade, grau de atenção e expectativas. A mesma sensação é capaz de gerar diferentes percepções em diferentes indivíduos, provocando diferentes formas de decisão (IIDA, 2005).

De acordo com Wachowicz (2013), as sensações provem dos órgãos sensoriais humanos, por meio dos quais interagimos com os instrumentos do dia-dia e pessoas que convivemos. É correto afirmar que as sensações, são a base para a percepção elaborar o conceito, planejar e decifrar o que está acontecendo. Quando uma pessoa encosta a mão numa superfície quente, é através do tato, que ela tem a sensação de calor. A atitude instantânea do indivíduo é de retirar rapidamente a mão da superfície, com o intuito de não se queimar. Esta ação é chamada de percepção. Ou seja, as sensações determinam a ligação sináptica (fatos traumáticos), relacionados com o meio externo, conduzem ao cérebro, quando esta chegar até a mente, é codificada e logo gera uma resposta. Esta resposta é a percepção.



### 1.1.7 Memória

A memória é a fonte das informações recebidas pelo cérebro. Depois da concepção, ocorre uma triagem das informações que serão armazenadas no cérebro, onde os meios que executam esta triagem não são conhecidos. Sabe-se que a armazenagem está associada com uma ligeira emoção, que libera de alguma forma uma informação. Pode-se supor também que a importância da informação é significativa para seu armazenamento. Contudo, na maioria das vezes o ser humano define o que é, e o que não é relevante (GRANDJEAN, 1998).

Para Wachowicz (2013) a memória não abrange somente registros gramaticais ou dados numéricos. O homem é capaz de fixar cheiro, sons, imagens ou algum outro tipo de dado sensorial. Se esses dados estiverem ligados a emoção, a fixação tende a ser mais forte, pois o lado emotivo ajuda no processo de armazenagem das informações.

De acordo com Moraes (2000, p. 46) “o modelo atual de análise do processo cerebral de memorização sugere a existência de dois tipos de memória: a de curto prazo (ou recente) e a de longo prazo”.

### 1.1.8 Memória de curto prazo

É a memória que se refere a pensamentos atuais de fatos instantâneos, ocorridos há poucos minutos ou há poucas horas (MORAES, 2000).

Segundo Grandjean (1998) para a memória de curto prazo, existe um modelo onde a informação deixa uma pista que fica percorrendo como estímulo dentro de uma malha de neurônios. Por meio de uma espécie de realimentação, estas informações podem ser readquiridas pela mente dentro de algumas horas.

Para Moraes (2000) existe um período no qual as memórias estão sendo estabelecidas ou registradas no cérebro, e no decorrer deste período, encontram-se suscetíveis e podem ser prejudicadas. Posteriormente, estas tornam-se mais estáveis e extraordinariamente resistentes, passando a serem armazenadas na memória de longo prazo.

A memória de curta duração está mais associada a fatos formais do que a fatos conceituais da informação. Ela está mais predisposta a confundir palavras que têm sons

parecidos entre si (como som, são, bom, tão), e não a palavras diferentes que têm significados parecidos (como preto, escuro, negro) (IIDA, 2005).

#### 1.1.9 Memória de longo prazo

É aquela que armazena os pensamentos durante meses ou anos, posteriormente aos episódios terem acontecido. Esta é bastante estável e resistente, tanto a problemas mentais quanto a eletrochoques. Deste caso, pode-se deduzir que a memória de longo prazo, de alguma forma é resultado do armazenamento intramolecular de impulsos, nas variações do substrato químico das células nervosas (MORAES, 2000).

De acordo com Iida (2005) a memória de longo prazo é aquela que grava informações por um maior tempo. Ela está ligada a modificações na estrutura da célula nervosa, com características duradouras, e não a períodos que se ligam e desligam. Comparada a de curto prazo, está tem uma maior capacidade de armazenamento.

A memória de longo prazo associa-se mais com os aspectos conceituais, ou seja, tende a confundir informações de conceitos similares, como (gráfico e diagrama). Tomando como exemplo, pode-se confundir João com o Pedro, porque são irmãos ou os dois atuam no mesmo trabalho (IIDA, 2005).

Segundo Wachowicz (2013) há uma maior propensão de guardar na memória de longo prazo bons sentimentos e de esquecer maus sentimentos.

#### 1.1.10 Tempo de reação

Tempo de reação é o período de tempo entre a percepção de um impulso e o envio da resposta pelo organismo. Em determinadas circunstâncias é necessário que essa resposta seja enviada de forma rápida e sem falhas, mas existem várias ocasiões que podem alterar a velocidade e a exatidão dessas respostas. O tempo de reação é controlado pelo nível de dúvida da resposta, ou seja, quanto maior o número de opções a serem escolhidas, maior será o tempo de reação (IIDA, 2005).

Segundo Grandjean (1998, p. 130) “quando um sinal simples e esperado assinala uma excitação sensorial, e quando se trata de uma simples resposta motora fala-se de tempo de reação simples, que em média está entre 0,15 a a,20 s”.

Quando diversos sinais devem ser respondidos com distintas reações, chama-se de tempo de reação seletiva. Por exemplo, deseja-se selecionar uma cor, entre amarelo, vermelho e verde por meio de teclas, onde cada cor está vinculada a uma tecla diferente. Neste caso, o tempo de reação de escolha é mais elevado, já que a formação central de escolha dos sinais deve acontecer anteriormente a resposta. Isto é, as várias possibilidades de resposta que uma pessoa pode escolher é primordial (GRANDJEAN, 1998).

#### 1.1.11 Estresse no trabalho

Segundo Grandjean (1998, p. 163) “estresse é a reação do organismo a uma situação ameaçadora. Os estressores (ou agentes estressantes) são as causas externas, enquanto que o estresse é a resposta do corpo humano aos estressores”.

Na sociedade atual, com a evolução tecnológica, aumento da concorrência, do consumo, rápidas mudanças, ameaça de desemprego e outros problemas do cotidiano, os trabalhadores vivem crescentemente em condições estressantes (IIDA, 2005).

De acordo com Iida (2005), devido à importância desses problemas, os mesmos devem ser tratados com cuidado por parte da empresa, se bem conduzidos, geram bons resultados. Alguns projetos integrados realizados a longo prazo, buscando extinguir as fontes que causam o estresse, forneceram grandes resultados, onde as vantagens foram calculadas em até cinco vezes o custo avaliado nesses projetos.

Grandjean (1998) cita as condições que podem representar sobrecargas de estresse:

- **Supervisão e vigilância do trabalho** definem o nível de envolvimento do trabalhador no sistema de produção. Imagina-se em vários locais que a falta destas atenções representa uma sobrecarga emocional.

- **Apoio e reconhecimento dos superiores** configura uma certa diminuição da propensão ao estresse.

- **Insatisfação e estresse no trabalho** dependem das características da carga e do conteúdo de trabalho vivenciado no dia-a-dia do trabalhador.

- **As exigências de trabalho** são estabelecidas pela atenção e pela carga imposta. Prazos podem ser um motivo crucial de estresse.

- **A segurança de emprego** é primordial nos momentos de desemprego, principalmente para o bem-estar dos funcionários. O conhecimento das possibilidades e necessidades futuras dos empregados, é de suma importância na análise da segurança.

- **A responsabilidade pela vida e pelo bem-estar das pessoas** pode acarretar num acréscimo de carga mental. Profissionais que exigem cuidados perante os outros, são propensos a doenças ligadas ao estresse.

- **O ambiente físico de trabalho**, pequeno, com ruído intenso, iluminação precária, clima impróprio, são ambientes propícios para o estresse.

- **O nível de complexidade do trabalho**, caracterizado por diversas e excessivas exigências, pode acarretar em uma situação de sobrecarga. Já o trabalho rotineiro e pouco intenso pode provocar o surgimento de monotonia. Ambos os casos resultam em condições favoráveis ao estresse.

#### 1.1.12 Mostradores

Um display transmite uma informação aos órgãos sensoriais do corpo humano através de um ambiente adequado. No “sistema homem-máquina”, isso ocorre, durante a apresentação visual de fatos dinâmicos, por exemplo, as variações de temperatura ou pressão em uma empresa de fabricação de produtos químicos (GRANDJEAN, 1998).

Segundo Lugli (2010) há diversos tipos de mostradores, os analógicos (ponteiro móvel ou escala móvel) e os digitais (numéricos). A escolha adequada de um mostrador está relacionada com o seu propósito. Abaixo, estão descritas algumas indicações para o uso correto destes equipamentos.

- O mostrador completamente visível e com ponteiro móvel, são melhores para indicação de uma situação global e percepção de mudanças rápidas, exemplo (velocímetro do carro);

- Os mostradores digitais oferecem maior precisão na indicação de valores exatos;

- Os mostradores de escalas móveis são melhores para apresentar eventos lentos ou de longa duração, exemplo (sismógrafo).

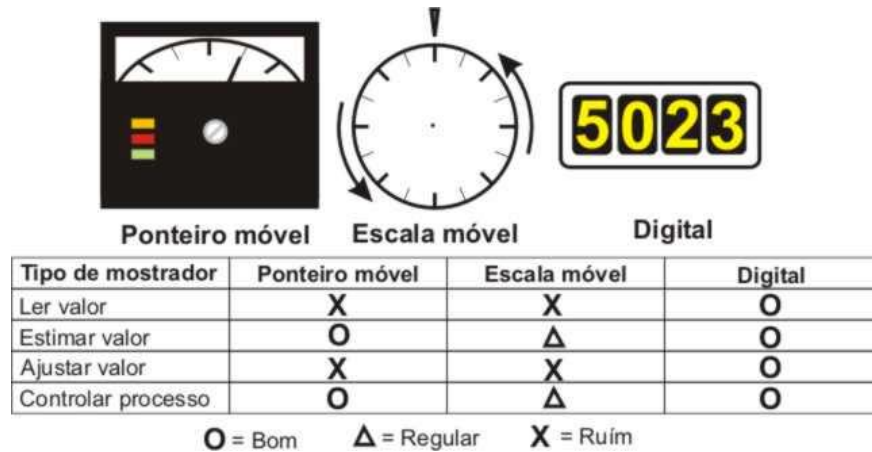


Figura 4 - Tipos de mostradores

Fonte: (LUGLI, 2010)

Para se obter uma leitura rápida e com menor probabilidade de erros, a concepção apropriada dos mostradores é talvez mais importante que a forma da escala de leitura. Como a iluminação do ambiente nem sempre é a mais adequada e levando em consideração outras influências que restringem a leitura, Grandjean (1998) sugere a seguir, algumas idéias para a concepção ergonômica de mostradores:

- A espessura, altura e distância entre os traços da escala devem ser calculados para que em condições insuficientes de iluminação possam ser identificados com o mínimo de erro.

- A apresentação da informação deve ser apropriada às necessidades existentes, a divisão da escala corresponde a exatidão necessária, as informações qualitativas devem ser simples e evidentes.

- Um mostrador deve gerar informações de fácil leitura e compreensão. Cálculos para transformações em outras unidades complicam a leitura, mas quando são indispensáveis, devem restringir-se a escalas simples como 10 ou 100.

- As subdivisões da escala devem ser entre 1, 2 ou 5. Outras subdivisões dificultam a leitura.

- A extremidade do ponteiro jamais deve cobrir os traços e os números da escala. O correto é que a extremidade do ponteiro se aproxime, mas não encoste no traço da escala.

- O ponteiro deve estar situado no mesmo plano que os números e a escala de leitura. Com o intuito de minimizar erros, deve-se evitar a leitura transversal ao mostrador. O olho deve estar em uma posição onde a linha de visão esteja em um ângulo reto com a escala e o ponteiro.

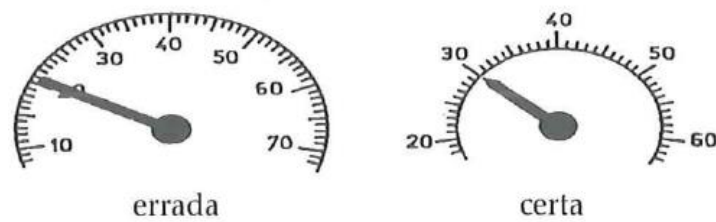


Figura 5 - Configuração errada e certa de números e ponteiro dos mostradores

Fonte: (GRANDJEAN, 1998)

No projeto de mostradores é essencial adequar a forma de apresentação das informações de acordo com a exigência dessas informações. Algumas vezes os valores observados não são determinados, pois o controle do processo é baseado em limites conhecidos, por exemplo, uma faixa fria, uma quente ou muito quente, em outra situação, uma faixa perigosa e outra não perigosa. Nestes casos, o mostrador deve conter faixas com cores ou padrões diferentes (GRANDJEAN, 1998). A figura 6 mostra um equipamento que apresenta as diferentes faixas de temperatura, que podem ocorrer no funcionamento de uma máquina.



Figura 6 - Mostrador de simples e fácil interpretação

Fonte: (GRANDJEAN, 1998)

Por volta de 1910, psicólogos alemães da Universidade de Frankfurt, criaram as chamadas regras de Gestalt, que significa “padrão” em alemão. De acordo com Gestalt, quando visualizamos uma imagem qualquer, nossa mente tende a organizá-la, adicionando-lhe um significado. Isso depende das características visuais da imagem, como proporções, formas, localizações e relações entre suas partes. As regras de Gestalt podem ser aplicadas na

organização dos elementos de um mostrador, onde em cada setor podem ser agrupados elementos que contenham formas ou funções parecidas entre si (IIDA, 2005).

Na figura 7, Iida (2005) apresenta um painel com 56 elementos complicados de serem identificados. Separando os vários subsistemas através de linhas verticais e horizontais, ocasiona a formação de blocos, facilitando a identificação dos elementos.

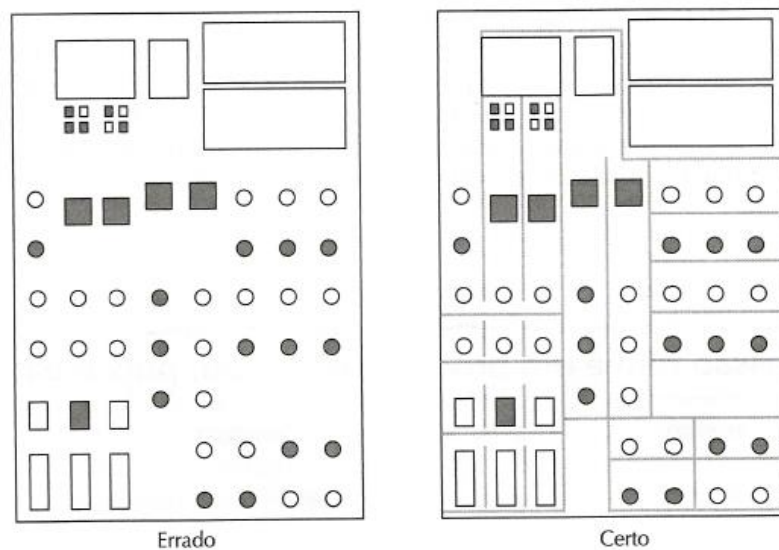


Figura 7 - Arranjo de instrumentos em painéis

Fonte: (BRIDGER, 2003 apud IIDA, 2005)

Para obter uma boa visualização dos mostradores é importante que os mesmos estejam bem localizados, para isso, Iida (2005) descreve a seguir alguns critérios imprescindíveis para uma boa organização destes instrumentos.

- **Importância:** os mostradores que são constantemente observados, devem ser alocados bem à frente de quem os manipula.
- **Associação:** no caso de mostradores aliados a controles, ambos devem ser distribuídos na mesma ordem ou tipo de arranjo espacial.
- **Sequência:** os mostradores devem ser dispostos na mesma sequência de operações.
- **Agrupamento:** no caso de painéis mais complexos, com diferentes tipos de mostradores, os mesmos podem ser distribuídos por tipos ou funções que realizam.

A figura 8, mostra alguns possíveis arranjos de mostradores com seus respectivos controles.

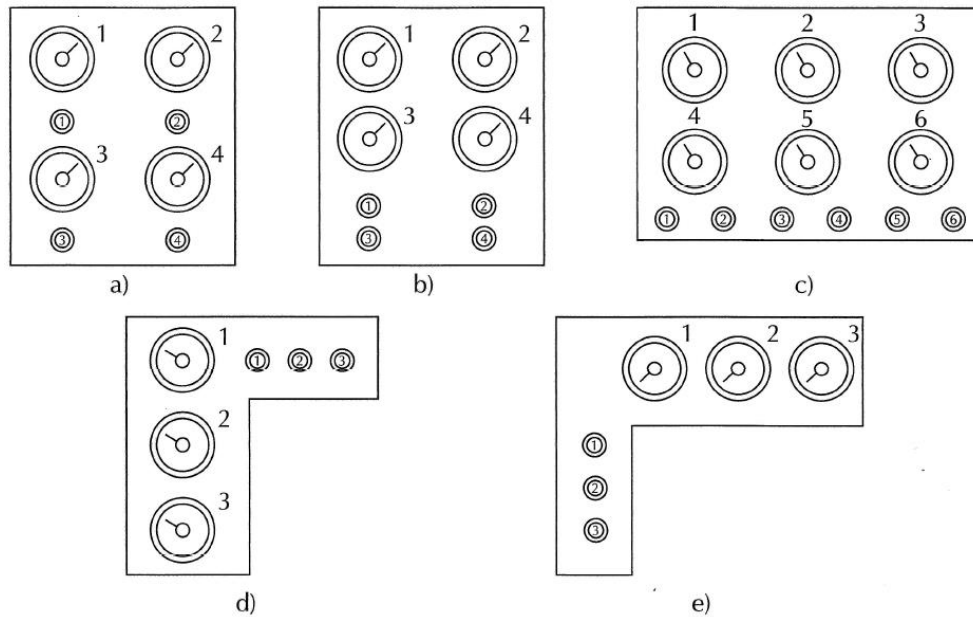


Figura 8 - Exemplos de arranjos espaciais de mostradores associados a controles

Fonte: (KROEMER et al., 1994 apud IIDA, 2005)

### 1.1.13 Controles

Segundo Lugli (2010, p. 77) “as pessoas podem transmitir suas idéias ou decisões à máquina, por meio dos controles. Os controles podem assumir diversas formas, como teclados, alavancas, botões, volantes, manivelas e outros”.

Deve-se considerar no projeto de controles, que a movimentação dos músculos tem particularidades distintas de precisão, velocidade e força. Um controle que exija maior força, deve ser acionado pela musculatura das pernas ou dos braços, enquanto o movimento que exija maior precisão, deve ser acionado com os dedos ou com as mãos (LUGLI, 2010).

De acordo com Grandjean (1998, p. 114) “entre os controles para alta precisão e pouca força de acionamento estão os botões, os interruptores de alavanca, os botões giratórios e os botões indicadores. A figura 9 ilustra alguns tipos de controles para acionamentos de máquinas.





Figura 9 - Dispositivos para acionamentos de máquinas

Fonte: (LUGLI, 2010)

#### 1.1.13.1 Botões de pressão

Conforme Grandjean (1998) os botões de pressão para mãos e dedos, necessitam de pouco espaço e podem ser discriminados por cores ou outra forma de identificação. A superfície de pressão deve ser mínima para que a extremidade do dedo ou mão, encoste no botão facilmente, sem o perigo de deslizar e exercer a pressão necessária para o acionamento. As dimensões recomendadas para botões de pressão para os dedos são:

- Diâmetro: 12-15 mm;
- Botão solitário (freios de emergência): 30-40 mm;
- Curso: 3-10 mm;

Para Grandjean (1998) os botões de pressão para os dedos podem apresentar uma pequena concavidade, enquanto que os botões de pressão para as mãos devem ter o formato de cogumelos. As dimensões indicadas para botões de pressão para as mãos são:

- Diâmetro: 60 mm;
- Curso: 10 mm;

#### 1.1.13.2 Interruptores de alavanca

Segundo Grandjean (1998) os interruptores de alavanca são dispositivos claramente visíveis e asseguram ampla segurança em sua manipulação. Estes, devem ter de preferência duas posições, por exemplo (ligado e desligado). Desde que tenham a sinalização apropriada, alguns interruptores podem ser instalados paralelamente.

O posicionamento das alavancas em ligado e desligado, devem ser visivelmente indicado acima e abaixo do interruptor e o sentido do movimento deve ser vertical. As dimensões recomendadas para este tipo de dispositivo, podem ser observadas na figura 10. No caso da utilização de três posições, os ângulos devem ter no mínimo 40° (GRANDJEAN, 1998).

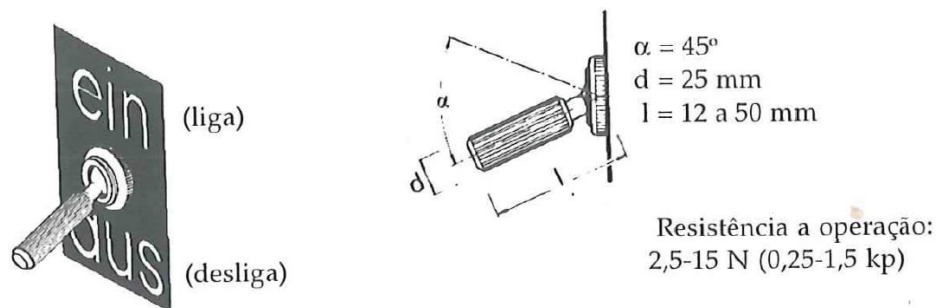


Figura 10 - Projeto de interruptores de alavanca

Fonte: (GRANDJEAN, 1998)

### 1.1.13.3 Botões ou interruptores giratórios

De acordo com Grandjean (1998), entre os botões existem diversos tipos: botões redondos, botões indicadores (seta), vários botões conectados a um único eixo, etc. Todos os botões devem ser palpáveis para os dedos ou as mãos, as posições a serem aplicadas devem ser visíveis durante a operação. A forma com ranhuras permite uma empunhadura segura de três dedos no botão. A figura 11 mostra as dimensões de um botão giratório de posição escalonada, onde a letra (d) significa o diâmetro do botão que varia de 35-50 mm, a letra (h) indica a profundidade da base até a extremidade do botão, que varia de 20-50 mm.

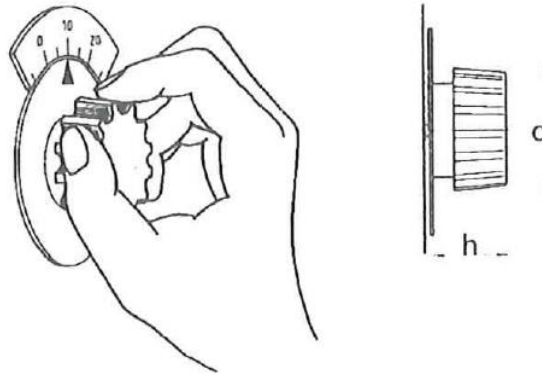


Figura 11 - Botão giratório com regulagem escalonada

Fonte: (GRANDJEAN, 1998)

#### 1.1.13.4 Botões giratórios para regulagem contínua

Segundo Grandjean (1998) os botões para regulagens contínuas são indicados para regulagens finas e precisas em uma grande faixa. Com a posição correta da mão, uma faixa de giro de  $120^\circ$  poderá ser atingida com boa dosagem do movimento. Se a faixa exigida for maior, então a posição pode ser alterada sem problemas. A superfície do botão pode ter ranhuras, para facilitar a manipulação. O autor recomenda as seguintes dimensões:

- Diâmetro para manuseio por dois a três dedos: 10-30 mm;
- Diâmetro para manuseio com toda a mão: 35-75 mm;
- Altura para manuseio com os dedos: 15-25 mm;
- Altura para manuseio com a mão: 30-50 mm;

#### 1.1.13.5 Botões indicadores

Os botões giratórios com formato de “seta” são de maneira geral preferidos, pois permitem a visualização das posições selecionadas de forma rápida e fácil. Para estes tipos de botões recomendam-se diâmetros de 25 a 30 mm, no maior eixo (GRANDJEAN, 1998).

### 1.1.13.6 Controles associados a mostradores

De acordo com Iida (2005) a relação entre controles associados a mostradores (tela ou luzes de um painel) é conduzida pelos seguintes princípios:

**1º princípio:** os movimentos de rotação no sentido horário estão relacionados a movimentos de mostradores “para direita” e “para cima”.

**2º princípio:** nos movimentos de controles e mostradores localizados verticalmente entre si, o mostrador segue o movimento da ponta de um “parafuso” exercido pelo controle, isto é, o giro do controle para direita tende a distanciar o mostrador mutuamente.

**3º princípio:** os controles e mostradores exercem movimentos de mesmo sentido, na posição mais perto entre um e outro. É como se existisse um mecanismo, de forma que o movimento de um deles “puxasse” o outro.

A figura 12 ilustra os casos mais frequentes do emprego desses princípios. Em outros casos, a associação entre mostradores controlados não segue determinados princípios, como ocorre com mostradores controlados por alavancas, localizadas em diferentes planos (IIDA, 2005).

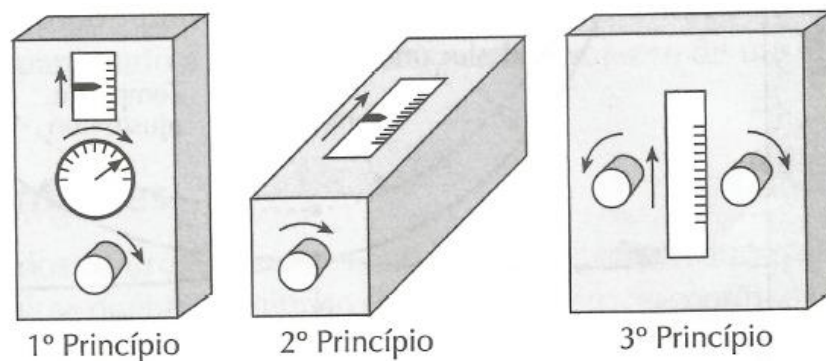


Figura 12 - Associação entre movimentos de mostradores e controles

Fonte: (IIDA, 2005)

### 1.1.14 Letras e palavras

Segundo Lugi (2010) o leitor enxerga a palavra inteira em um único relance e não precisa reconhecer letra por letra. As maiúsculas devem ser utilizadas somente no começo da frase, em nomes, títulos, abreviaturas ou siglas que sejam habituais ao leitor.

Usar letras mais simples, despojados de enfeites, tornando-as mais legíveis. Para os títulos principais, letras sem serifas (pequeno traço perpendicular apresentado nas terminações das letras) são preferíveis (LUGLI, 2010).

O tamanho das letras depende da distância de leitura. Como regra geral, a altura das letras maiúsculas deve ser de pelo menos 1/200 da distância. Por exemplo, para uma distância de 20 m, a altura da letra deve ser de 10 cm. Para leitura em tela de computador a uma distância de 40 cm, a letra deve ter no mínimo 2mm de altura (IIDA, 2005).

De acordo com Lugi (2010) o espaçamento entre linhas, deve ser de pelo menos 1/30 do comprimento da linha. Se o espaçamento for menor, o olho tem dificuldade em acompanhar a linha do início ao fim, podendo confundi-la com outra.

Segundo Iida (2005) uma boa relação de contraste (letra escura em fundo claro ou vice-versa) é obtido com preto sobre o branco. A colocação de imagens ou fotografias de fundo, dificulta a leitura porque promove mudanças de contraste.

A figura 13, ilustra as variações de contraste, onde o contraste A (letra escura em fundo claro) e o contraste J (letra clara em fundo escuro) são visualmente melhores de enxergar (mais legíveis).



Figura 13 - Variações de contraste

Fonte: (LUGLI, 2010)

### 1.1.15 Símbolos

Em certos casos, a informação pode ser expressa em forma de símbolos ou ilustrações, ao invés de palavras. Estudos revelaram que em simples informações, as ilustrações são mais fáceis e rápidas de serem compreendidas. Os símbolos estão em uma colocação intermediária. As ilustrações e os símbolos são mais vantajosos por não necessitarem o conhecimento de outros idiomas (GRANDJEAN, 1998).

A possibilidade de se elaborar uma “língua” universal dos símbolos é um grande atrativo para as indústrias de equipamentos que exportam produtos para diversas regiões do mundo. Há muitas tentativas para padronização de alguns símbolos a nível mundial. Algumas organizações como a ISO (Organização Internacional de Padronização) procuram normatiza-las. Para que isso ocorra, é obrigatório uma compreensão de no mínimo 66%, quando avaliados em 6 países distintos (IIDA, 2005).

#### 1.1.16 Uso de cores

O olho é capaz de distinguir diversas cores, contudo recomenda-se utilizar somente cinco cores para aplicação em controles: vermelho, verde, amarelo, laranja e azul. As cores atraem a atenção e não devem ser usadas de forma indiscriminada, porque algumas pessoas não conseguem diferenciar certas cores, essa disfunção visual é conhecida como daltonismo. (LUGLI, 2010).

Segundo Iida (2005) o uso de cores pode ser um fator imprescindível na diferenciação de controles. Além do mais, as cores podem ser relacionadas a alguns significados, por exemplo a verde para ligar um equipamento e a vermelha para desligar.

A figura 14 ilustra, os significados e aplicações das cores utilizadas em controles elétricos:






Cores	Significado	Aplicações Típicas
 Vermelho	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Parar, desligar.</li> <li>● Emergência.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Parada de um ou mais motores.</li> <li>● Parada de unidades de uma máquina.</li> <li>● Parada de ciclo de operação.</li> <li>● Parada em caso de emergência.</li> <li>● Desligar em caso de sobreaquecimento perigoso.</li> </ul>
 Verde ou  Preto	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Partir, ligar, pulsar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Partida de um ou mais motores.</li> <li>● Partir unidades de uma máquina.</li> <li>● Operação por pulsos.</li> <li>● Energizar circuitos de comando.</li> </ul>
 Amarelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Intervenção.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Retrocesso.</li> <li>● Interromper condições anormais.</li> </ul>
 Azul ou  Branco	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Qualquer função, exceto as acima.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Reset de relés térmicos.</li> <li>● Comando de funções auxiliares que não tenham correlação direta com o ciclo de operação da máquina.</li> </ul>

Figura 14 - Aplicações e significados das cores utilizadas em controles elétricos

Fonte: (GOMES, 2015)

### 1.1.17 Segurança adicional em painéis agroindustriais

#### 1.1.17.1 Operações acidentais

Os acionamentos acidentais podem gerar consequências indesejáveis, e para que isso não ocorra os controles devem ser cercados de alguns cuidados especiais no projeto (IIDA, 2005).

De acordo com Lugli (2010) os acionamentos acidentais podem ser impedidos com a troca do modo de operação. Por exemplo, um controle giratório pode ser substituído por um botão de pressão; pode-se também mudar a localização dos controles ou colocar proteções em torno dos mesmos, como guias ou rebaixos.

#### 1.1.17.2 O risco elétrico

Os quadros elétricos utilizados nas unidades de beneficiamento de grãos e sementes, utilizam como fonte de alimentação energia elétrica, portanto sua operação e manutenção se relacionam com o risco adicional de origem elétrica.

De acordo com Santos (2012) o maior risco à saúde e a segurança dos trabalhadores é o oriundo da eletricidade. Mesmo em baixas tensões, a eletricidade é um fator perigoso que pode acarretar graves consequências.

Conforme a Comissão Tripartite Permanente de Negociação do Setor Elétrico no Estado de São Paulo (CPNSP) o choque elétrico é um impulso produzido no corpo humano, em decorrência da passagem de uma corrente elétrica. Esta, vence a resistência oferecida pelo corpo e torna-se parte do circuito elétrico. O que determina a gravidade do choque elétrico é a intensidade da corrente que circula pelo corpo.

Segundo o manual da CPNSP (2005, p. 19) “o caminho percorrido pela corrente elétrica no corpo humano é outro fator que determina a gravidade do choque, sendo os choques elétricos de maior gravidade são aqueles em que a corrente elétrica passa pelo coração”.

Conforme Santos (2012, p. 27) “os efeitos de um choque elétrico vão desde um pequeno desconforto até contrações violentas dos músculos, queimaduras, parada respiratória e fibrilação ventricular”.

A figura 16, ilustra os trajetos que podem ser percorridos pela corrente elétrica no corpo humano (CPNSP, 2005).

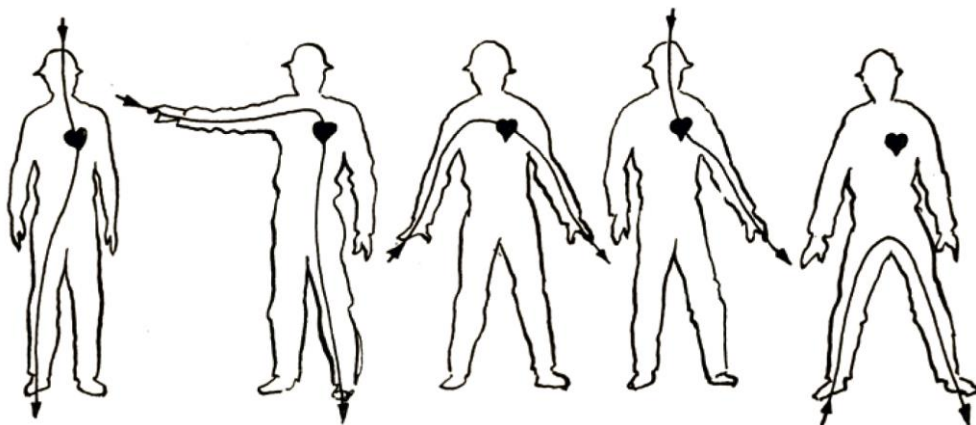


Figura 15 - Trajetos percorridos pela corrente elétrica no corpo humano

Fonte: (CPNSP, 2005)



### 1.1.18 Painéis elétricos

O Centro de Controle de Motores (CCM) é um tipo de painel elétrico composto por dispositivos de seccionamento aliados com controles de proteção, medição, e equipamentos de regulação. É utilizado para o controle das cargas elétricas, na maioria dos casos para o controle de partida e parada dos motores (BORDIGNON, 2014).

De acordo com Preti (2014) os CCM's são normalmente utilizados para acionamento de motores trifásicos de corrente alternada em baixa tensão (220 a 440 volts).

Um CCM pode receber diferentes denominações, dependendo do nível de separação interno encontrado nestes painéis. Estas denominações estão descritas a seguir, segundo o site institucional da empresa Lavill.

O **CCM não compartimentado** apresenta uma única placa de montagem, onde os equipamentos de proteção e manobra de cada carga individual estão montados todos juntos na mesma placa.

O **CCM compartimentado** é aquele onde os equipamentos de proteção e manobra de cada carga estão montados em compartimentos separados no interior do painel, e podem ser **fixos** ou **extraíveis**.

No interior de cada compartimento do **CCM extraível** é montada uma gaveta que pode ser retirada do painel sem auxílio de ferramenta. Os equipamentos de proteção e manobra de partida são montados dentro das gavetas, diminuindo os tempos de parada, pois a substituição das gavetas é realizada de forma rápida.

No **CCM fixo** no interior de cada compartimento é montada uma placa fixa, não removível onde são dispostos os equipamentos para proteção e manobra da partida.

O painel elétrico deve ser construído apenas com materiais que ofereçam resistências capazes de resistir a esforços mecânicos, térmicos e elétricos, assim como aos efeitos da umidade, que possivelmente serão encontrados na rotina normal de trabalho. A proteção contra corrosão deve ser garantida pelo uso de materiais propícios ou pela aplicação de camadas protetoras equivalentes em superfície exposta, levando em consideração as condições planejadas de serviço e manutenção. Os mecanismos e os circuitos de um painel devem ser organizados de modo que facilite a sua manobra e manutenção e, ao mesmo tempo, garanta o devido grau de segurança. Toda superfície externa do painel deve apresentar um grau de proteção contra contato direto, ou seja, aberturas menores que 12 mm de raio (BRASIL, 2003).

O site da empresa Lavill também orienta que em painéis fechados, as trocas de calor ocorrem principalmente entre a superfície do equipamento e o ar ambiente. Na prática, todos os dispositivos emitem calor, que acabam influenciando outros equipamentos dispostos ao redor. Também existe um fenômeno de reflexão de parte deste calor nas paredes do equipamento. Por este motivo, a instalação física de equipamentos conhecidos como grandes emissores de calor, como relês de sobrecarga, transformadores, retificadores, fusíveis, entre outros, requer grandes cuidados para se adequar à capacidade de dissipação de calor do equipamento. Se os dispositivos são montados muito próximos em um compartimento muito pequeno, a capacidade insuficiente de dissipação de calor pode levar a um acréscimo de temperatura além do limite de trabalho dos dispositivos, causando a prematura falha dos mesmos e o risco de incêndio. Para reduzir o efeito das trocas térmicas, são utilizados alguns sistemas de ventilação, onde os mesmos são compostos por venezianas e conjunto de ventilação que incluem o ventilador responsável pela movimentação do ar e o filtro que minimiza a entrada de partículas contidas no ar. Os sistemas podem ser montados aspirando ou insuflando o ar, garantindo uma pressão positiva no interior do painel e assim reduzir a entrada de poeira por vedação deficiente.

Os painéis elétricos podem ter várias configurações de projeto dependendo da aplicação, localização, espaço livre e mobilidade. Entre os principais tipos de painéis elétricos, podemos citar os do tipo, armário, multicolunas, mesa e caixa (PRETI, 2014).

#### 1.1.18.1 Painel elétrico do tipo armário

Trata-se de uma coluna assentada no piso, que pode incluir algumas divisões, subdivisões (BRASIL, 2003).

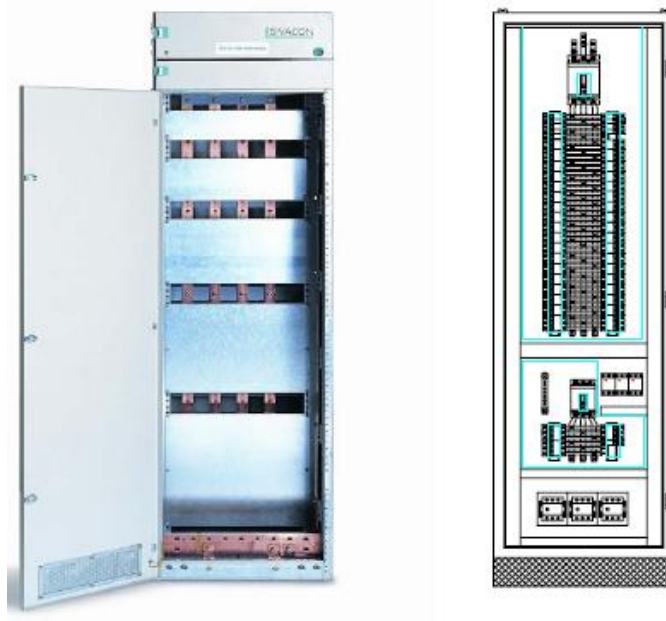


Figura 16 - Vista interna de painéis do tipo armário com apenas um compartimento

Fonte: Site da empresa Lavill

#### 1.1.18.2 Painelelétrico do tipo multicolunas

É a união de diversos painéis do tipo armário, normalmente são utilizados em salas elétricas que centralizam a distribuição da energia, ou acionamento de máquinas elétricas (PRETI, 2014).

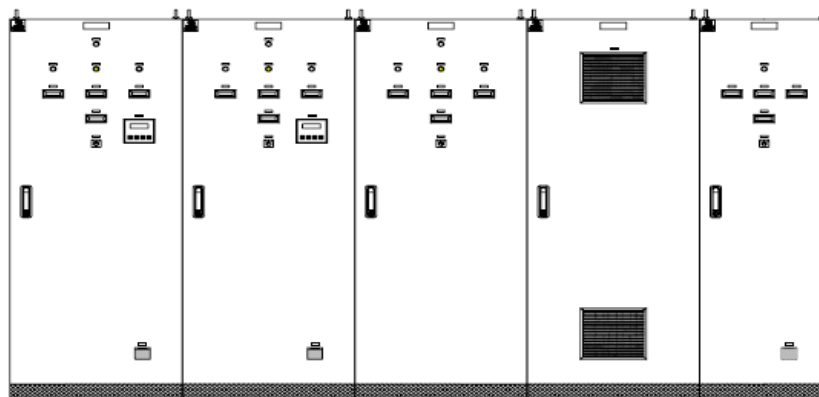


Figura 17 - Vista externa de um painel do tipo multicolunas

Fonte: Site da empresa Lavill

### 1.1.18.3 Painel elétrico do tipo mesa

É um painel desenvolvido em conceito monobloco e normalmente são utilizados para acionamento e controle de máquinas. O console pode ser constituído por módulos superiores e inferiores e, possuindo ainda passagem livre para cabos entre estes módulos (PRETI, 2014).



Figura 18 - Painel elétrico do tipo mesa

Fonte: (PRETI, 2014)

### 1.1.18.4 Painel elétrico do tipo caixa

É um tipo menor de painel, são aplicados em locais com pouco espaço, normalmente podem ser fixados em paredes, colunas ou equipamentos (PRETI, 2014).



Figura 19 - Vista interna de um painel do tipo caixa

Fonte: Site da empresa Lavill

## 2 METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado com auxílio de um banco de imagens de painéis elétricos de agroindústrias destinadas ao beneficiamento de grãos e sementes, e através de sugestões de profissionais da área (operadores). As imagens foram coletadas pelo autor em uma unidade de beneficiamento de sementes no município de Alegrete-RS. As principais características identificadas no registro fotográfico, nas visitas *in loco*, e conversas com os operadores, serviram de ponto de partida para a elaboração de um novo painel elétrico, considerando as principais falhas de projeto de painéis elétricos para UBS e UBG.

A representação da interface usuário-painel elétrico foi desenvolvida com auxílio de recursos computacionais.

A proposta do presente trabalho é a apresentação de medidas corretivas do painel selecionado, que serviu de modelo de referência. Foram consideradas as melhorias de usabilidade necessárias ao usuário (operador), avaliando os principais conceitos da referência bibliográfica sobre ergonomia cognitiva, segurança do trabalho e normas nacionais, como a NR 12 (Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 20, mostra a diferença do painel elétrico utilizado como referência para o estudo, e o projeto atual, levando em consideração as melhorias relacionadas à segurança e a ergonomia cognitiva.

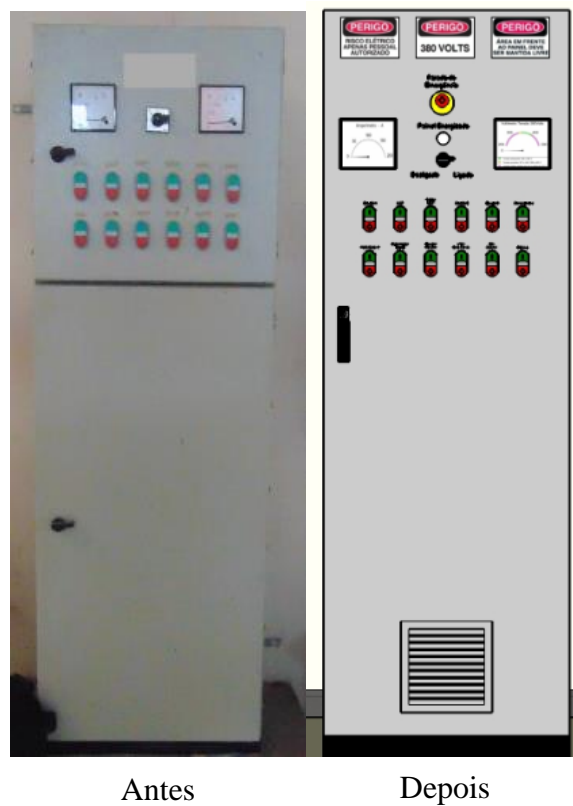


Figura 20 – Vista geral dos painéis elétricos

Fonte: (Autor, 2016)

A figura 21, mostra as alterações realizadas no botão giratório, responsável por ligar e desligar o painel, ou seja, energizar o mesmo.

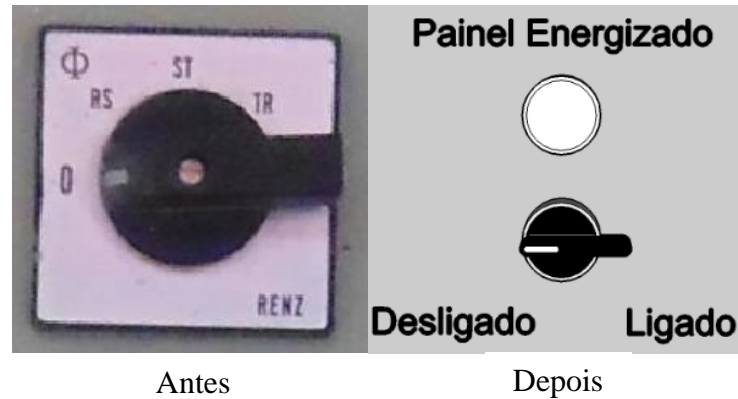


Figura 21 – Configuração dos botões giratórios

Fonte: (Autor, 2016)

Na figura acima, nota-se que o botão giratório é dotado de três estágios RS, ST, TR, responsáveis por energizar o painel, no entanto o operador não soube distinguir qual a função dos mesmos, informando que em ambos os estágios o painel ligava normalmente. Através desta informação, houve uma mudança no painel de referência, onde a configuração do botão foi alterada para dois estágios (desligado e ligado), com o intuito de tornar mais simples e de fácil entendimento por parte do operador. De acordo com o item 4.3 sugerido pela norma geral para quadros elétricos da SABESP (Companhia de Saneamento Básico de São Paulo), foi adicionado também um sinalizador na cor branca, que emite um sinal luminoso quando o painel se encontra ligado (energizado).

A figura 22, apresenta a configuração dos botões de pressão.

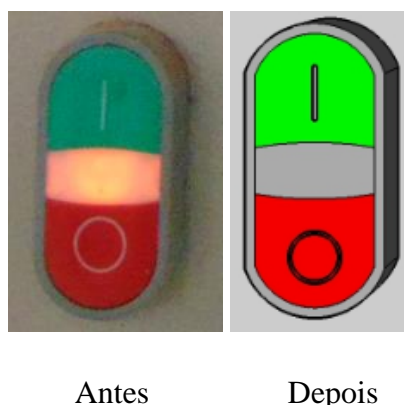


Figura 22 – Configuração dos botões de pressão

Fonte: (Autor, 2016)



A figura 22, mostra que não houve alteração na configuração dos botões de pressão, exceto na parte central, na divisória do botão verde (ligar) e no botão vermelho (desligar). No painel de referência quando o botão verde era acionado, o mesmo emitia um sinal luminoso da parte central do botão, já no painel modificado, quando o botão verde é acionado, o mesmo emite um sinal luminoso da cor verde, através de um LED, instalado no seu interior, enfatizando que a cor verde sugere que a máquina está em funcionamento.

A figura 23, apresenta a sequência das operações do beneficiamento de sementes do painel de referência, de cima para baixo e da esquerda para a direita, mantendo seu texto original. Sendo esse: E1 ELEV SEMEM; E2 ELEV SEMEM; E3 ELEV SEMENT; P1 PADRONIZADO; P2 PADRONIZADO; RESERVA; PRE LIMPEZA; PADER ESPIRAL; ELEV CORRENTE; 5CV PRE LIMPEZ; MESA DESIMETRI; SILO SECADOR.



Figura 23 – Sequência do beneficiamento de sementes do painel de referência

Fonte: (Autor, 2016)

Nota-se que as palavras estão escritas de forma abreviada e abaixo das mesmas estão escritos alguns códigos que não fazem sentido com o significado das palavras. As mesmas, estão escritas em um papel adesivo que com o passar do tempo podem descolar, como mostra em dois dos botões da figura. Todos estes itens citados, podem comprometer o bom

funcionamento operacional da UBS. A figura 24, apresenta a sequência das operações do beneficiamento de sementes, do painel reprojetoado.

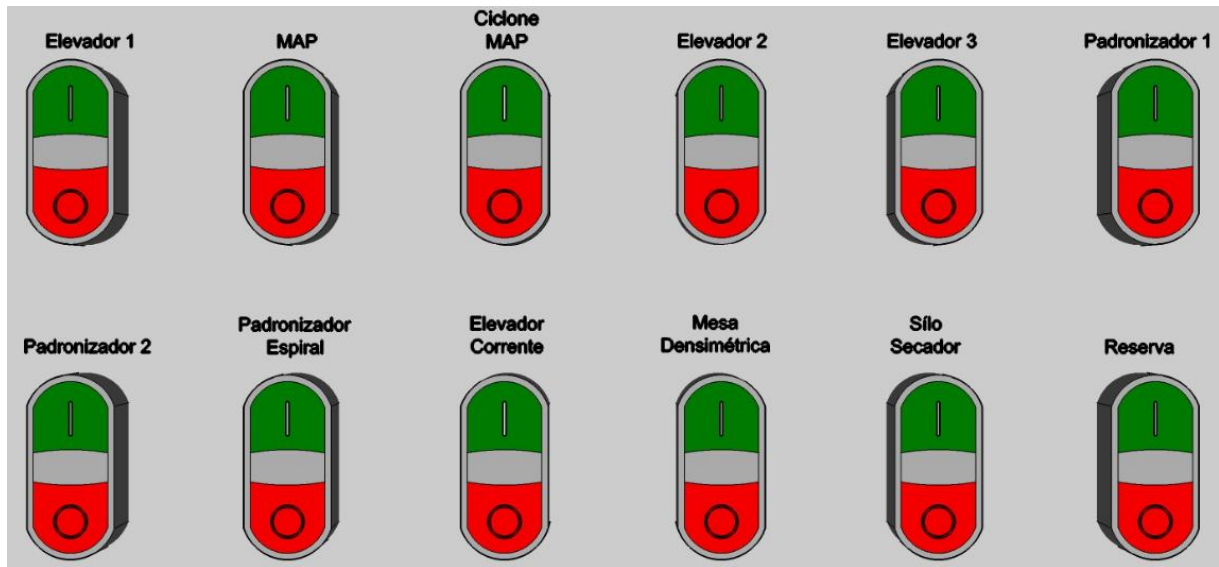


Figura 24 – Sequência do beneficiamento de sementes do painel reprojetoado

Fonte: (Autor, 2016)

É notória a diferença entre as figuras 23 e 24, na figura 24 as palavras estão escritas de forma correta, diretamente na chapa metálica do painel, tornando-as mais legíveis, reduzindo a chance de erros na leitura e na interpretação. A sequência do beneficiamento também está com um melhor ordenamento.

A figura 25, apresenta as alterações realizadas na configuração do mostrador (amperímetro).

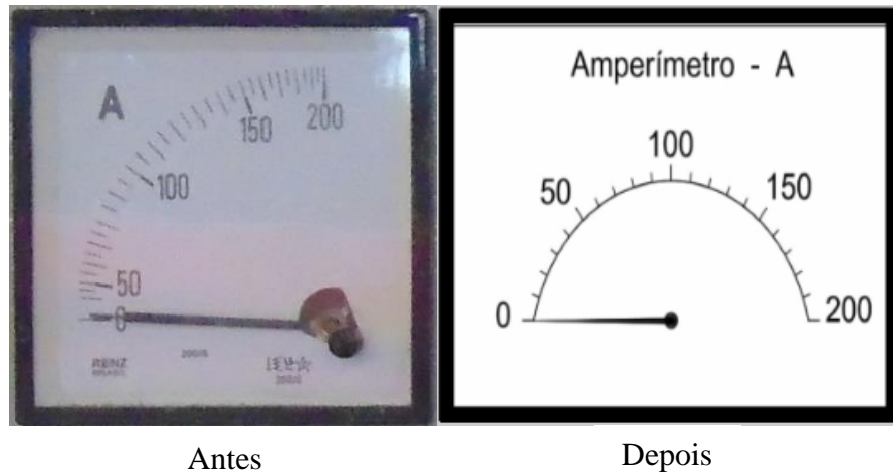


Figura 25 – Mostrador (amperímetro)

Fonte: (Autor, 2016)

As alterações realizadas na figura 25, estão de acordo com a figura 5 do item 1.1.12, do presente trabalho que mostra a configuração errada e certa dos números e ponteiros de mostradores, esta alteração torna mais legível, minimizando erros de leitura.

A figura 26, apresenta as alterações realizadas na configuração do mostrador (voltímetro).

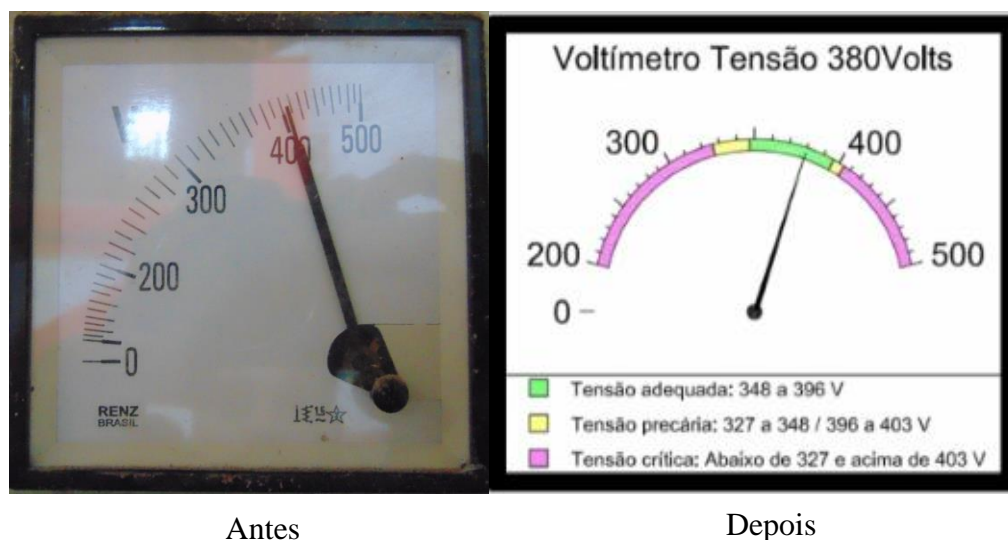


Figura 26 – Mostrador (voltímetro)

Fonte: (Autor, 2016)

A figura 26, sofreu a mesma alteração que a figura 25, referente a figura 5 do item 1.1.12, além disto, conforme o item 2.6.3.1 da resolução normativa da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) foi adicionada faixas de diferentes cores, classificando os níveis de tensão de acordo com a tensão de referência que é de 380 volts. De acordo com a tabela 5 do anexo 1 da mesma resolução é estabelecida três faixas de tensão (tensão adequada), (tensão precária) e (tensão crítica), como mostra a figura acima.

Foram adicionados no projeto atual alguns requisitos de segurança, dentre eles, o botão de parada de emergência, sistema de ventilação, sistema de fechamento da porta do painel e etiquetas de advertência de perigo.

A figura 27, mostra o botão de parada de emergência adicionado ao painel reprojeto.



Figura 27 – Botão de parada de emergência

Fonte: (Autor, 2016)

De acordo com o item 12.57 da NR 12, “os dispositivos de parada de emergência devem ser posicionados em locais de fácil acesso e visualização pelos operadores em seus postos de trabalho e por outras pessoas, e mantidos permanentemente desobstruídos”.

Conforme a letra (e) do item 12.58 da NR 12 “os dispositivos de parada de emergência devem provocar a parada da operação ou processo perigoso em período de tempo tão reduzido quanto tecnicamente possível, sem provocar riscos suplementares”.

A figura 28, apresenta o sistema de ventilação adicionado ao painel reprojeto.

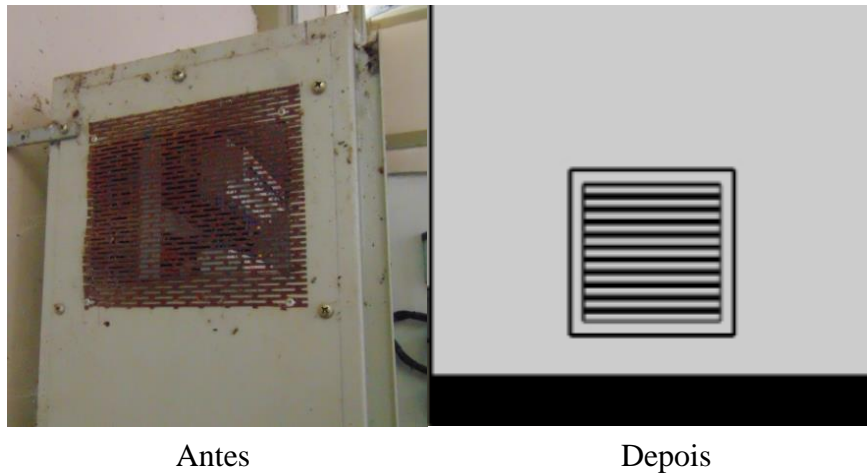


Figura 28 – Sistema de ventilação

Fonte: (Autor, 2016)

Da figura acima, nota-se a diferença no sistema de ventilação dos painéis, o painel redesenhado é composto por um exaustor, responsável pelas trocas de calor produzidas pelos dispositivos elétricos internos do painel (disjuntores, relés térmicos, etc.), com isso diminuí o superaquecimento e o risco de incêndio dos mesmos, diferentemente do painel de referência que não previa este dispositivo. Juntamente com o exaustor encontra-se acoplado um filtro, responsável em barrar a entrada de poeira oriunda do beneficiamento das sementes, evitando assim, o contato da poeira (material inflamável) com alguma centelha gerada pelo acionamento de algum dispositivo interno, podendo desencadear um incêndio ou explosão.

A figura 29, mostra o sistema de ventilação, com exaustor, filtro e as grades de proteção, sugeridos no projeto.



Figura 29 – Componentes do sistema de ventilação

Fonte: Site da empresa Austen

O sistema de fechamento da porta do painel é mostrado na figura 30. O painel de referência possuía duas fechaduras, sendo uma delas responsável pela abertura na parte superior do painel e a outra pela parte inferior, ambas localizadas do lado esquerdo das portas metálicas. Analisando o painel de referência, optou-se pela troca das duas fechaduras por uma única fechadura, visto que não há necessidade de duas portas, porque ambas dão acesso a todo interior do painel, como verifica-se na figura 31. Além disso, de acordo com a letra (a) do item 12.18 da NR 12 “os quadros de energia das máquinas e equipamentos devem possuir porta de acesso, mantida permanentemente fechada”. Por isso, optou-se pela substituição das duas fechaduras existentes por apenas uma, do tipo Cremona com lingueta e maçaneta escamoteável, conforme o item 4.1 sugerido pela norma geral para quadros elétricos da SABESP, referente ao tipo do painel armário não compartimentado. A figura 32, mostra a vista lateral da fechadura utilizada no painel atual.

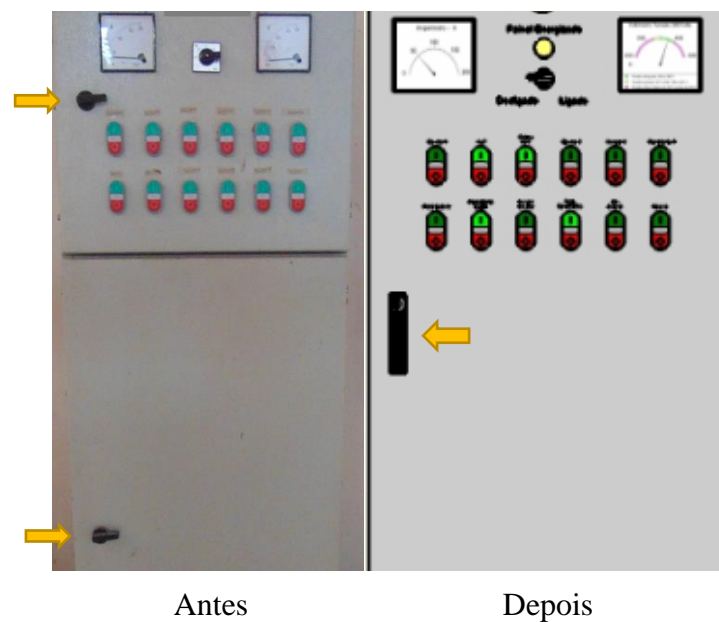


Figura 30 – Sistema de fechamento do painel (detalhes das fechaduras)

Fonte: (Autor, 2016)



Figura 31 – Vista interna do painel (não compartimentado)

Fonte: (Autor, 2016)

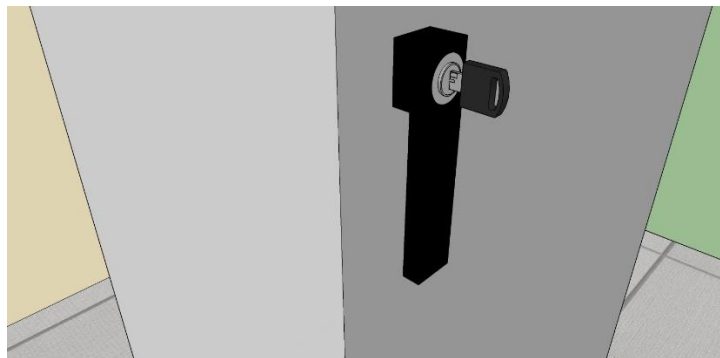


Figura 32 – Vista lateral do sistema de fechamento do painel reprojeto

Fonte: (Autor, 2016)

A figura 33, apresenta a disposição das etiquetas de advertência no painel elétrico reprojeto. As mesmas foram utilizadas de acordo com a letra (b) do item 12.18 da NR 12 que diz “os quadros de energia das máquinas e equipamentos devem possuir sinalização quanto ao perigo de choque elétrico e restrição de acesso por pessoas não autorizadas”.



Figura 33 – Etiquetas de advertência

Fonte: (Autor, 2016)

Uma visão geral obtida pelo usuário diante do painel elétrico, é apresentada na figura 34, evidenciando as melhorias obtidas em relação aos aspectos de segurança do trabalho e interação com o usuário, associada a cognição.



Figura 34 – Visão geral do usuário diante do painel reprojeto

Fonte: (Autor, 2016)



## 4 CONCLUSÃO

Muitos equipamentos de controle dispostos como painéis elétricos encontrados nas UBS/UBG, não apresentam qualquer estudo em Segurança e Saúde no Trabalho (SST), ergonomia e usabilidade. O painel elétrico avaliado neste trabalho é considerado um painel com boas funcionalidades, mas que carecia de melhorias que visassem a promoção da segurança do trabalho.

Os itens de segurança instalados no projeto do painel, como o botão de emergência, as etiquetas de advertência de perigo e os sistemas de fechamento da porta, além da previsão de sistema de ventilação do painel, serviram para contribuir com a proteção individual e coletiva.

As mudanças adotadas em relação a ergonomia cognitiva, serviram para melhorar a visualização dos botões e mostradores, tornando mais simples o seu controle, aprimorando a interação entre usuário e o painel reprojeto.

Conclui-se que as mudanças propostas no painel elétrico de referência podem contribuir para promoção de um ambiente de trabalho mais seguro nas UBS/UBG.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi observado neste trabalho que o painel elétrico ainda carece de melhorias na parte elétrica, no que diz respeito ao dimensionamento dos componentes internos de proteção do painel (disjuntores, relés térmicos, fiação, etc.).

Outro aspecto que pode ser considerado, é sobre o sistema de aterramento do painel, visando à proteção do operador contra possíveis cargas elétricas estáticas acumuladas na carcaça do painel, e a descargas atmosféricas, diminuindo o risco de choque elétrico e facilitando o funcionamento dos dispositivos de proteção. Outro fator que poderia contribuir para o risco elétrico, seria a colocação de um piso emborrachado devidamente demarcado em frente ao painel.

Outra medida importante que poderia ser tomada, seria a inclusão de uma chave de fechamento do circuito, para que não haja o risco de alguma pessoa desavisada energizar o painel enquanto outra pessoa esteja realizando a manutenção de alguma máquina ou equipamento do mesmo.

Por último, a necessidade da confecção de um manual de operação, com as devidas recomendações de uso e inspeções periódicas para o funcionamento seguro e correto do painel elétrico.

Estes e outros aspectos elétricos são detalhados em algumas normas de segurança como a NR 10 (Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade) e servem de sugestão e referência para adequações futuras e continuidade de pesquisas por outros autores interessados no tema.

## REFERÊNCIAS

ABREU, E. S. et al. Alimentação mundial - uma reflexão sobre a história. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, 24 Junho 2001.

ANEEL. **Agência Nacional de Energia Elétrica**. Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional - PRODIST. [S.l.], p. 62. 2010.

AUSTEN. Conjunto de ventilação - Venezianas e Filtros. Disponível em: <[http://www.austenberg.com.br/p02\\_cvenztermo205x205.html](http://www.austenberg.com.br/p02_cvenztermo205x205.html)>. Acesso em: 21 Junho 2016.

AZEVEDO, L. F. et al. **A capacidade estática de armazenamento de grãos no Brasil**. A integração de cadeias produtivas com a abordagem da manufatura sustentável. Rio de Janeiro: [s.n.]. 2008.

BARBOSA FILHO, A. N. **Segurança do Trabalho & Gestão Ambiental**. 3º. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2010.

BORDIGNON, A. L. **Equipamentos Elétricos Industriais**. Materia Didático - Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora. 2014.

BRAGA, E. D. M. Suportes Didáticos: A Importância da Ergonomia Cognitiva na Elaboração e Uso das Tecnologias Digitais da Informação e da Comunicação na Educação. **Vozes dos Vales**, Diamantina-MG, Maio 2013.

BRASIL. **ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR IEC 60439-1**. Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão. Rio de Janeiro, p. 76. 2003.

BRASIL. **Norma Técnica SABESP NTS 266**. Norma geral para quadros elétricos. São Paulo, p. 13. 2006.

BRASIL. **ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12**. Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos. [S.l.], p. 73. 2010.

BRASIL. Vegetal. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, 2016. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal>>. Acesso em: 13 Abril 2016.

CONAB. Levantamentos de safra. **Companhia Nacional de Abastecimento**, 2016. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&>>. Acesso em: 12 Abril 2016.

CORREIA, S. M. S.; SILVEIRA, C. S. **A Ergonomia Cognitiva, Operacional e Organizacional e suas Interferências na Produtividade e Satisfação dos Colaboradores.** A Engenharia de Produção e o Desenvolvimento Sustentável: Integrando Tecnologia e Gestão. Salvador-BA: [s.n.]. 2009.

CPNSP. **Manual de treinamento - curso básico segurança em instalações e serviços com eletricidade - NR 10.** Comissão Tripartite Permanente de Negociação do Setor Elétrico de São Paulo - CPN. São Paulo, p. 277. 2005.

DELA COLETA, J. A. **Acidentes de trabalho:** Fator humano, contribuições da psicologia do trabalho, atividades de prevenção. 2º. ed. São Paulo: Atlas, 1991.

FERAUCHE, T. M. Y. O que é ergonomia? **Site da UNIP - Universidade Paulista**, 22 Abril 2007. Disponível em: <<http://professorathaisergo.blogspot.com.br/2007/04/introduo-o-que-ergonomia.html>>. Acesso em: 12 Maio 2016.

GADOTTI, G. I. et al. **Saúde e segurança do trabalho em unidades beneficiadoras de grãos e sementes.** 1º. ed. Pelotas: Santa Cruz, 2015.

GOMES, S. R. Comando Elétricos, 2015. Disponível em: <<http://comandoseletricosii.blogspot.com.br/2013/03/aula-3-botoeiras-de-comando.html>>. Acesso em: 12 Setembro 2016.

GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia:** Adaptando o Trabalho ao Homem. Tradução de João Pedro Stein. 4º. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

HIDA, I. **Projeto e Produção.** 2º. ed. São Paulo: Blucher, 2005.

LAVILL. Painéis Elétricos. **Site da Lavill**, 2015. Disponível em: <<http://www.lavill.com.br/catalogos/c2.pdf>>. Acesso em: 3 Abril 2016.

LUGLI, D. **Ergonomia.** Colégio Rio Branco - Técnico em Segurança do Trabalho. [S.l.], p. 112. 2010.

MÁSCULO, F. S.; VIDAL, M. C. **Ergonomia:** trabalho adequado e eficiente. Rio de Janeiro: Elsevier/ABEPRO, 2011.

MENEGHELLO, G.E.; PESKE, S.T. A grandeza do negócio de sementes de soja no Brasil. **Seed News.** v.17 – n. 4. 2013. Editora Becker & Peske Ltda. Pelotas, 2013. Disponível em:

<[http://www.seednews.inf.br/\\_html/site/content/reportagem\\_capa/index.php?edicao=81](http://www.seednews.inf.br/_html/site/content/reportagem_capa/index.php?edicao=81) >  
Acesso: 12/05/2016.

MICHEL, O. **Acidentes do trabalho e doenças ocupacionais**. 2º. ed. São Paulo: LTr, 2001.

MORAES, A.. **Ergodesign para trabalho em terminais informatizados**. Rio de Janeiro: 2AB (Série Oficina), 2000. 124 p. ISBN ISBN 85-86695-19-X.

MORAES, A. D.; MONT' ALVÃO,. **Ergonomia: conceitos e aplicações**. (2ª. edição, ampliada). ed. Rio de Janeiro: 2AB (Série Oficina), 2000. ISBN ISBN 85-86695-05-X.

OLIVEIRA, A. L. **Condições de segurança do trabalho em unidades de beneficiamento de sementes**. Dissertação (Mestrado). Ciência e Tecnologia de Sementes. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2013. 56f.

PRETI, J. Automação Industrial. **Site da Citisystems**, 2014. Disponível em: <<http://www.citisystems.com.br/painel-eletrico-comando-montagem>>. Acesso em: 3 Abril 2016.

SANTOS, E. C. D. S. **Inspeção e adequação das instalações elétricas e procedimentos de trabalho de uma empresa à norma regulamentadora NR-10**. Monografia (Graduação em Engenharia Mecatrônica) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos. 2012.

SILVA, J. S.; PARIZZI, F. C.; SOBRINHO, J. C. Beneficiamento de Grãos. In: SILVA, J. D. S. E. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. 2º. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2008. Cap. 13. Disponível em: <[ftp://www.ufv.br/Dea/poscolheita/.livro/mb\\_cord/mb1/cap13.pdf](ftp://www.ufv.br/Dea/poscolheita/.livro/mb_cord/mb1/cap13.pdf)>. Acesso em: 26 Outubro 2015.

VAN DER LAAN, L. F.; USTRA, L. A. R.; CAMPOS, M. G.; ELIAS, M. C. Aspectos e Normas Operacionais da Segurança do Trabalho em Unidades Armazenadoras de Grãos e Fibras do Brasil. In: **Certificação de Unidades Armazenadoras de Grãos e Fibras do Brasil**. Pelotas: Ed. Santa Cruz, 2012. p.77-150.

VIDAL, M. C. **Introdução à Ergonomia - Curso de especialização em ergonomia contemporânea do Rio de Janeiro**. Fundação Coppetec. Rio de Janeiro, p. 35. 2000.

VIEIRA, J. L. **Manual de Ergonomia: Manual de Aplicação da Norma Regulamentadora nº 17**. 1º. ed. Bauru-SP: Edipro, 2007.

WACHOWICZ, M. C. **Ergonomia**. Instituto Federal do Paraná - Rede e-Tec Brasil. Curitiba, p. 175. 2013.