

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ  
ALAN PEREIRA JUNIOR  
ELIZA MARIA NEROZI MONTEIRO**

**SEGURANÇA EM CÉLULA ROBOTIZADA:  
Adequação de um robô a NR12**

**Taubaté – SP  
2018**

**ALAN PEREIRA JUNIOR  
ELIZA MARIA NEROZI MONTEIRO**

**SEGURANÇA EM CÉLULA ROBOTIZADA:  
Adequação de um robô a NR12**

Trabalho de Graduação apresentado para obtenção do Certificado de Graduação do curso de Engenharia Mecânica do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté.

Orientador (a): Prof. Dr. Álvaro Manoel de Souza Soares

Coorientador (a): Prof. Me. Ivair Alves dos Santos

**Taubaté – SP  
2018**

**SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas / UNITAU**

M778s Monterio, Eliza Maria Nerozi  
Segurança em célula robotizada: adequação de um robô a NR12 / Eliza Maria Nerozi Monterio; Alan Pereira Junior. -- 2018.  
54 f. : il.

Monografia (graduação) – Universidade de Taubaté, Departamento de Engenharia Mecânica e Elétrica, 2018.

Orientação: Prof. Dr. Álvaro Manoel de Souza Soares, Departamento de Engenharia Mecânica.

Coorientação: Prof. Dr. Ivair Alves dos Santos, Departamento de Engenharia Mecânica.

1. KUKA. 2. NR12. 3. Robô. I. Título. II. Pereira Junior, Alan.  
III. Graduação em Engenharia Mecânica.

CDD – 629.892

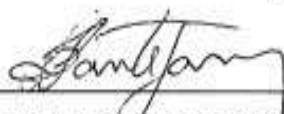
Ficha catalográfica elaborada por Shirlei Righeti – CRB-8/6995

**ALAN PEREIRA JUNIOR  
ELIZA MARIA NEROZI MONTEIRO**

**SEGURANÇA EM CÉLULA ROBOTIZADA: Adequação de um robô a NR12**

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO APROVADO COMO PARTE  
DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE "GRADUADO EM  
**ENGENHARIA MECANICA**"

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO COORDENADOR DE CURSO DE  
GRADUAÇÃO DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA



Prof. Me. Fábio Henrique Fonseca Santejani  
Coordenador de Trabalho de Graduação

**BANCA EXAMINADORA:**



Prof. Dr. Álvaro Manoel Soares  
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ



Prof. Me. Ivair Alves dos Santos  
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ



Prof. Me. Antônio Carlo Tonini  
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

16 de Outubro de 2018

## **DEDICATÓRIA**

Dedicamos esse trabalho primeiramente a Deus, por nos permitir chegar até aqui, por não nos ter deixado caminhar sozinhos durante esses anos e por ter acreditado em nós.

A nós, que com esforço e empenho, conseguimos finalizar mais essa etapa, por usar, os conhecimentos que adquirimos ao longo do curso, com sabedoria e ética, por não termos desistidos mesmo nas dificuldades, por não termos deixado que o medo, desânimo e o cansaço adiasse esta conquista. Nós somos merecedores dessa conquista.

Aos nossos pais e familiares, que estiveram ao nosso lado em todos os momentos ao longo da vida. Pessoas que nos ensinaram a caminhar pelo caminho certo.

Aos amigos que fizemos durante esses anos de curso, as dificuldades que passamos juntos, as conquistas comemoradas da mesma forma, o apoio e que de uma forma ou outra nos ajudaram a não desistir pelo caminho.

A todos os profissionais que empenharam parte de sua vida para nos transferir conhecimento e muitas vezes nos motivar durante essa caminhada.

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar agradecemos a Deus, por ter nos dado a vida, Por nos ter dado fôlego e coragem de questionar a realidade e por nos capacitar a ter a visão de propormos um mundo de possibilidades. Obrigado Deus por ter nos feito chegar ao fim de mais uma etapa em nossas vidas, nosso obrigado por ter estado em nosso lado todos os momentos, e durante esses cinco anos, valiosos e gloriosos, ter segurado em nossas mãos e caminhado junto conosco, fazendo-nos chegar até aqui, de cabeças erguidas e vencedores.

Aos nossos pais e familiares, nossos eternos agradecimentos. Por nos ensinar valores, e nos motivarem a andar sempre pelo caminho correto, que nos mostraram que nada se conquista facilmente, mas o que se conquista com trabalho, tem importância maior. Se hoje nos sentimos orgulhosos por essa jornada, é devido a tudo o que vocês nos ensinaram. Agradecemos por ver em vocês o suporte que tanto precisamos para seguir em frente.

Aos amigos que fizemos ao longo do curso, nosso muito obrigado, por terem feito parte de nossas vidas escolar e serem nossos amigos. Chegamos ao fim amigos e agora nos resta sermos comprometidos e sermos pessoas que farão a diferença. Desejamos a todos, muito sucesso na vida.

Ao nosso orientador, Prof. Dr. Álvaro Manoel de Souza Soares e ao nosso Co orientador Prof. Me. Ivair Alves dos Santos por todo o incentivo e motivação na orientação deste trabalho.

Nossos singelos e verdadeiros agradecimentos a todos os docentes e funcionários dessa escola, que aqui não mencionamos os nomes, desculpem-nos, mas saibam que todos vocês contribuíram com nossa formação, que nos transmitiram informações valiosas, e nos dedicaram seu tempo e conhecimento. Agradecemos por terem nos auxiliados sempre que tivemos nossas dúvidas.

À Universidade de Taubaté – UNITAU, que ofereceu grandes oportunidades de aprendizado, um ambiente educacional excepcional com profissionais altamente qualificados.

“Se um dia tudo lhe parecer perdido, lembre-se de  
que você nasceu sem nada e que tudo que  
conseguiu foi através de esforços e os esforços  
nunca se perdem, somente dignificam as pessoas.”  
(CHARLES CHAPLIN)

## RESUMO

Com o avanço da tecnologia as indústrias tem procurado cada vez mais a utilização de equipamentos especializados e o uso de robôs visando uma maior capacidade de produção em menor tempo. Com essa demanda crescente surge a necessidade de um maior controle e adoção de medidas de segurança. O presente trabalho apresenta um estudo de um robô do modelo KUKA KR6 R900 KR AGILUS tendo por base a norma regulamentadora NR12, e a sua adequação a ela. Foi realizado um levantamento de fatores de risco e uma proposta de projeto para neutralização dos mesmos, de acordo com a norma regulamentadora NR12, visando fornecer ao operador uma garantia da integração adequada entre a máquina e os dispositivos de segurança, assegurando sua integridade física diante dos riscos apresentados ao manusear o robô. A partir dessa premissa focou-se em mudanças que atendessem as normas nas partes elétricas e operacionais do robô. Com isso almeja-se diminuir o risco de acidentes. Optou-se por esse projeto devido a existência de um robô KUKA de mesmo modelo, nas dependências da Universidade de Taubaté, que não está sendo utilizado por não respeitar as normas conforme exigência da NR12.

**Palavras-chave:** KUKA. NR12. Robô.



## **ABSTRACT**

With the advancement of technology the industries has been looking more and more at the use of specialized equipment and the use of robots aiming at a higher production capacity in less time. With this increasing demand comes the necessity of greater control and adoption of security measures. The present work presents a study of a robot of the model KUKA KR6 R900 KR AGILUS based on the regulatory standards NR12, and its suitability to it. A survey of risk factors and a project proposal for neutralization of them was carried out, in accordance with the NR12 regulatory standard, aiming at providing the operator with a guarantee of proper integration between the machine and the safety devices, Ensuring your physical integrity in face of the risks posed by handling the robot. From this premise it focused on changes that meet the standards in the electrical and operational parts of the robot. This aims to reduce the risk of accidents. This project was chosen due to the existence of a KUKA robot of the same model, which is not being used for not complying with the standards according to the requirement of the NR12, within one of the laboratories of the university.

**KEYWORDS:** KUKA; NR12; Robot.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Normas de Segurança - EN e NBR.....	23
Figura 2 - Processo interativo para o alcance de segurança. ....	25
Figura 3 - Guia para seleção possível de categorias – NBR14153. ....	26
<b>Figura 4 - Robô KUKA KR6 R900 SIXX AGILUS.</b> .....	<b>30</b>
Figura 5 - Categoria Selecionada (Alterada classe de risco). ....	34
Figura 6 - Unidade de Comando. ....	36
Figura 7 - Raio de Alcance do Robô. ....	38
Figura 8 - Desenho esquemático de Robô KUKA KR6 R900 SIXX. ....	39
Figura 9 - Desenho esquemático de célula robótica.....	41
Figura 10 - Dimensões da Barreira (em mm).....	42

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Ocorrências de Acidentes do Trabalho no Brasil .....	20
Tabela 2 - Probabilidade de Exposição .....	27
Tabela 3 - Frequência de Exposição .....	27
Tabela 4 - Probabilidade Máxima de Perda .....	28
Tabela 5 - Probabilidade Máxima de Perda .....	28
Tabela 6 - Numero de Classificação de Riscos (HRN) .....	29
Tabela 7 - HRN do Local de Instalação .....	35
Tabela 8 - HRN Atual da Unidade de Comando.....	36
Tabela 9 - HRN da superfície .....	37
Tabela 10 - Alcance sobre estruturas de proteção - Alto risco (em mm) .....	40
Tabela 11 - HRN do Local de Instalação após adequação .....	43
Tabela 12 - HRN da Unidade de Comando após adequação.....	44
Tabela 13 - HRN da Superfície após adequação.....	44

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CLP	Controlador Logico Programável
CLT	Consolidação das Leis do Trabalho
EN	Normas Europeias
HRN	Numero de Avaliação de Perigos
ISSO	Organização Internacional para Padronização
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
NBR	Normas Brasileiras
NR	Norma Regulamentadora
PIB	Produto Interno Bruto
SEGUR	Seção de Segurança e Saúde no Trabalho
SIT	Secretaria de Inspeção do Trabalho
SRTE	Superintendência Regional do Trabalho e Emprego

## LISTA DE SÍMBOLOS

- F Frequência e/ou tempo de exposição ao perigo
- FE Frequência de exposição ao perigo
- F1 Raro a relativamente frequente e/ou baixo tempo de exposição
- F2 Frequente a contínuo e/ou tempo de exposição longo
- mm Milímetro
- MPL Probabilidade máxima de perda
- NP Número de pessoas expostas ao perigo
- P Possibilidade de evitar o perigo
- PE Probabilidade de exposição
- P1 Possibilidade sob condições específicas
- P2 Quase nunca possível
- R Raio
- S Severidade do ferimento
- S1 Ferimento leve (normalmente reversível)
- S2 Ferimento sério (normalmente irreversível) incluindo morte

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
1.1 QUESTÃO DO ESTUDO .....	14
1.2 JUSTIFICATIVA .....	15
1.3 OBJETIVOS .....	16
1.3.1 Objetivo geral .....	16
1.3.2 Objetivo específico .....	17
1.4 RESULTADOS ESPERADOS .....	17
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>19</b>
2.1 SEGURANÇA NO TRABALHO .....	19
2.2 NORMAS REGULAMENTADORA .....	21
2.2.1 Norma Regulamentadora N <sup>o</sup> 12 .....	21
2.3 AVALIAÇÃO DE RISCO .....	24
2.4 ROBÔ KUKA KR6 R900 SIXX .....	29
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>31</b>
3.1 MÉTODOS DE PESQUISA .....	31
3.1.1 Conforme abordagem .....	31
3.1.2 Conforme objetivo .....	31
3.1.3 Conforme os procedimentos técnicos .....	32
<b>4 DESENVOLVIMENTO</b> .....	<b>33</b>
4.1 AVALIAÇÃO DE RISCO .....	33
4.1.1 Categoria de segurança .....	33
4.1.2 Análise hazard rating number (HRN) .....	35
4.2 MEDIÇÃO DOS PARÂMETROS DO ROBÔ .....	38
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>40</b>
5.1 PROJETO DA CÉLULA ROBÓTICA .....	40
5.2 POSICIONAMENTO DO ROBÔ .....	42
5.3 ANÁLISES DE RISCO APÓS ALTERAÇÕES .....	43
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	<b>46</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>47</b>

# 1 INTRODUÇÃO

O presente tema proposto busca trazer uma ideia geral sobre a segurança que um mecanismo comandado por controle automático requer, garantindo o funcionamento dentro de uma normatização. Atualmente mecanismos e máquinas são meios de importância central em empresas industriais, os mesmos, fornecendo multiplicação e produtividade, tornando menor os esforços do trabalhador e melhorando a qualidade dos serviços e por fim dos produtos. Ao falarmos de mecanismos comandados automaticamente, logo pressupõe-se a interação mecanismo e operador, possibilita a ocorrência de acidentes de trabalho, sendo o mesmo decorrente de vários fatores que podem ser minimizados ao se garantir uma segurança normatizada, trazendo uma proteção adequada ao operador que manuseia tal equipamento e/ou mecanismo. Portanto, diante o contexto, definiu-se que a segurança é um fator primário e de grande importância na indústria. Garantir a segurança, não só está relacionada ao principal motivo de acidentes de trabalho, mas também com a produtividade que pode ser afetada por tal irregularidade. Em virtude de tais incidentes, foram então criadas as normas regulamentadoras, relacionadas à segurança, e também, à saúde do trabalhador, as quais são de observância obrigatória em empresas, indústrias e qualquer órgão que possua empregados regido pela Consolidação das Leis do Trabalho - CLT.

## 1.1 QUESTÃO DO ESTUDO

Perante as obrigatoriedades imposta pelas normas, a qual atende nossos propósitos, é a NR12, onde nela há definições de referências técnicas, fundamentação e medidas para assegurar os trabalhadores quanto à sua saúde e integridade física, tal norma também busca estabelecer requisitos mínimos os quais previnem acidentes, desde as fases de projeto até o funcionamento de equipamentos e máquinas de todos os tipos.

Tendo em mãos os requisitos de segurança e funcionamento de um maquinários e equipamentos eletrônicos, concluiu-se que o robô disposto para nossos estudos, não está adequado à utilização, devido as ausências dos requisitos quanto a NR12, ficando, portanto, inutilizável em relação à segurança. Com isso,

concluiu-se que, para que alunos e professores, possam utilizar tal equipamento, há a necessidade de um projeto e conseqüentemente de instalação de alguns dispositivos de segurança, garantindo a todos um trabalho e estudo seguro em pontos cruciais onde a chance e probabilidade de acidentes são maiores e mais recorrentes, o que levou a dar-se início ao projeto, que futuramente poderá ser concretizado, e então adaptar o Robô KUKA KR6 R900 SIXX AGILUS à NR12.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Ao pensarmos em um trabalho voltado à manutenção e segurança de trabalho, encontramos disponível para estudo, um robô KUKA que apresenta a necessidade de se ter proteções enquanto executa com eficiência suas funções quando necessário, garantindo a segurança dos professores, alunos, e demais pessoas que possam estar em contato direto com o equipamento, na instituição. O mesmo encontra-se em perfeito estado de funcionamento, e devido a isto, usaremos de históricos industriais para justificar a necessidade da NR12 para então, habilitar o robô.

Quando falamos de acidentes industriais, é recorrente nos vir em mente alguns motivos e atribuições, sendo a maior parte dessas atribuições associadas à comportamentos inadequados dos trabalhadores, assim como o descuido, desatenção, imprudência e até mesmo negligência. Tais pensamentos levam ao incentivo de mudança de comportamento. Nas indústrias, é comum encontrarmos avisos, tais como, prestar mais atenção, tomar mais cuidado, e também melhorias em treinamentos, além de cartazes que tentam sugerir que a culpa é das vítimas por eventuais acidentes ocorridos, sendo eles com dizeres em que ficam evidentes que a responsabilidade, provem única e exclusivamente do operador. Com isso a maior parcela de responsabilidade fica sob domínio dos trabalhadores, o tornando único e principal assegurador de sua própria segurança e de demais pessoas ao redor, fato que não condiz com as características bio-psico-fisiológicas humanas. Além do mais, esse pensamento também é transmitido para escolas, instituições de ensino, que evidenciam ainda mais que a segurança depende em maior parcela, de quem está a operar um maquinário e/ou equipamentos.



Porem ao nos propormos a fornecer ao operador tal segurança, partimos do princípio de que os seres humanos são limitados em relação às suas condições psicológicas, físicas e biológicas, havendo então a necessidade de dispositivos de segurança, os quais darão suporte em quando possa ocorrer falhas humanas, sem gerar lesões aos trabalhadores e operadores de maquinas e equipamentos.

Portanto podemos assegurar que a segurança do trabalhador/operador provem de todo um treinamento e a maior parte, e mesmo assim, os mesmos são passíveis a erros e falhas, justificadas pela natureza humana, e é aí então que se deve inserir a segurança em maquinas e equipamentos, tornando-as a prova de tais características humanas. Equipamentos esses que são produzidos, confeccionados, criados, pelo mesmo ser humano, que a princípio é feito para atender as necessidades produtivas, não tendo em vista os riscos gerados e possibilidades de acidentes, o que se torna necessário uma futura adequação normativa de segurança por parte dos responsáveis de tais máquinas e/ou equipamentos.

Na indústria há momentos em que o trabalhador fica mais vulnerável e exposto à ocorrência de acidente, e é nesses momentos onde as proteções devem intervir e estar de acordo a norma, para proteger o indivíduo. E então nessa linha de pensamento, definimos nosso tema, iniciando o projeto para a adaptação do robô à NR12.

### 1.3 OBJETIVOS

Os objetivos propostos por nosso trabalho, a fim de atingirmos uma meta esperados no início da elaboração do projeto de adaptação do robô KUKA, foram então divididos em objetivos gerais, e objetivos específicos.

#### **1.3.1 Objetivo geral**

Como objetivo geral, podemos citar a garantia na operação de mecanismos automáticos, segurança ao operador, aplicando diretamente a NR12 em um robô modelo KUKA KR6 R900 SIXX AGILUS., atualmente sem utilização na Universidade

de Taubaté, adaptando-o à norma que proporciona segurança aos envolvidos no funcionamento do mesmo.

Levando em conta pesquisas quantitativas de especialistas em inteligência artificial e automação, onde apontam que robôs industriais não são uma ameaça, visto que o mecanismo por si só não apresenta risco à integridade física humana, cabendo então, todas as medidas a serem tomadas, no âmbito de segurança, por nós humanos, no uso adequado nos processos envolvendo o mecanismo e também em adequações normativas de segurança, minimizando ainda mais as chances de incidentes.

Se existe um problema com o robô, seja com materiais defeituosos, uma placa de circuito com uma performance ruim, má programação, má concepção de protocolos operacionais ou de instalação, esse problema – ou não antecipando – ainda será devido a um erro humano.

### **1.3.2 Objetivo específico**

- a) Projeto de inserção de itens específicos da NR-12 referentes à segurança de mecanismos automáticos.
- b) Projetar um sistema de segurança de um robô com dispositivos de proteção confiável.
- c) Prover acionamentos acessíveis aos operadores, de acordo com a necessidade de manuseio e área de trabalho do robô.
- d) Um projeto que futuramente possa ser usado na instalação e adequação, garantindo aos professores, alunos e demais pessoas que entrarem em contato com o robô que executem suas atividades de forma segura, atendendo aos procedimentos obrigatórios que a norma recomenda.

## **1.4 RESULTADOS ESPERADOS**

De acordo com a NR12, que prevê algumas exigências mínimas, onde se garantem a segurança do operador de mecanismos e equipamentos automáticos, utilizaremos de nossas pesquisas e estudos, para cumprir as mínimas exigências da

norma no Robô KUKA KR6 R900 SIXX AGILUS.

Em tais exigências serão projetadas e futuramente poderão ser utilizadas proteções mecânicas com dispositivos de segurança, tais mecanismos, como proteções fixas - que só poderão ser removidas ou retiradas em caso de manutenção ou realojamento do robô, com ferramentas específicas que não encontraram sob domínio do operador inicialmente – e proteções moveis, as quais poderão ser abertas, sem auxílio de ferramentas, como portas. Porém nas proteções moveis deverão ser inseridas chaves de segurança, para que quando abertas, tais “portas”, a operação executada pelo robô sofra interferência, parando então o seu funcionamento. Além de chaves de segurança, inseriu-se no projeto a utilização de cortinas de luz, que terão como função a detecção de presenças indevidas no espaço delimitado somente para o funcionamento do robô, quando um objeto ou parte do corpo interromper a emissão óptica, sendo então detectada a presença na zona de detecção especificada.

O acionamento do robô só terá seu início quando os mecanismos de segurança garantirem que o operador está fora de perigo, e além de todas as proteções instaladas, será introduzido também no projeto, um botão de emergência, para eventuais circunstâncias não inseridas no contexto de operação do robô, sendo então tal opção, usada para estancar imediatamente o movimento do robô, desabilitando seu comando, exceto o seu próprio botão emergencial.

Se tais exigências aqui inicialmente projetadas forem realizadas com sucesso, isso resultará na disponibilização do robô KUKA para o uso, e acesso dos alunos professores e visitantes no laboratório de Robótica da Universidade de Taubaté.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Durante a elaboração deste trabalho, foram realizadas pesquisas em diversas fontes com intuito de buscar uma base que reforce o motivo para realização do trabalho. Tópicos como segurança no trabalho, análises de riscos, normas regulamentadoras foram abordadas visando proporcionar uma melhor compreensão do tema e auxiliar na concepção de um projeto de uma proposta de adequação de um robô KUKA à norma regulamentadora NR-12, evidenciando as necessidades que demonstram a importância de investimentos nas condições de segurança no trabalho realizado diariamente.

### 2.1 SEGURANÇA NO TRABALHO

Sempre ao realizar uma atividade há riscos e para ser bem-sucedido deve-se prever os riscos para eliminá-los ou limitar seus efeitos (CHANNING, RIDLEY, 2003)

Durante a realização de atividades, para a produção de bens visando suprir as necessidades humanas, pode-se resultar em riscos e acidentes que irão afetar a saúde, integridade física, psicológica ou a própria vida de uma ou mais pessoas que estejam envolvidas, quando não há um bom planejamento. Os processos de fabricação precisam ser cuidadosamente elaborados, para obter-se um produto com maior qualidade, com menor custo, menores perdas materiais e maior segurança para o trabalhador (MASCULO, MATTOS, 2011).

Segundo Vidal (1989 apud MASCULO, MATTOS, 2011, p.4), “o acidente pode ser visto como o resultado de todo um processo de desestruturação na lógica do sistema de trabalho que, nessa ocasião, mostra suas ineficiências ao nível de projeto, de organização e de *modus operandi*.”

Ridley (1990) propõe que os acidentes sejam descritos quanto as suas causas e seus efeitos. Pode-se descrever os acidentes como eventos inesperados que ocorrem em uma sequência de eventos cujas consequências são danos físicos e a propriedades, bem como a combinação de qualquer um dos efeitos.

Para diminuir os riscos de acidentes foram criadas várias técnicas especializadas com intuito de identificar e evitar as causas desses riscos, a

organização, o comportamento dos funcionários, o entendimento das técnicas e da responsabilidade que todos exercem como indivíduos são fatores essenciais a serem levados em conta (RIDLEY, 1990).

A análise de acidentes e acontecimentos relacionados ao trabalho permite um aperfeiçoamento nos projetos de equipamentos, uma melhoria nas normas de segurança e saúde bem como um sistema de gestão de empresas mais eficiente, melhorando assim a possibilidade de prevenir acidentes futuros (CORRÊA, 2011).

A seção de segurança e saúde no trabalho - SEGUR da superintendência regional do trabalho e emprego no Rio Grande do Sul publicou em 2008 “Análises de acidentes do trabalho fatais no Rio Grande do Sul” onde divulgava dados a respeito de eventos, suas causas e medidas preventivas com relação aos acidentes ocorridos e analisados entre 2001 e 2007. Nessa pesquisa estima-se, segundo a Organização Internacional do Trabalho, que 6000 trabalhadores morrem por dia ao redor do mundo em decorrência de acidentes no trabalho, que 270 milhões de acidentes de trabalho não fatais ocorrem por ano e que 160 milhões de doenças relacionadas ao trabalho resultam em um custo equivalente a 4% do Produto Interno Bruto (PIB) global (CORRÊA, 2011).

A Tabela 1 apresenta os valores estatísticos entre 2001 e 2007 no Brasil. As colunas referentes a taxas de mortalidades e letalidades referem-se a todos os tipos de acidentes e, todas as atividades econômicas (CORRÊA, 2011).

**Tabela 1 - Ocorrências de Acidentes do Trabalho no Brasil**

Ano	Trabalhadores	Acidentes do trabalho registrado				Acidentes p/ 100000 trabalhadores	Óbitos	Óbitos p/ 100000 trabalhadores	Óbitos p/ 10000 acidentados
		Típico	Trajetos	Doenças	Total				
2001	27.189.614	282.965	38.799	18.487	340.251	1.251	2.753	10	81
2002	26.683.913	323.879	46.881	22.311	393.071	1.370	2.968	10	76
2003	29.544.927	325.577	49.642	23.858	399.077	1.351	2.674	9	67
2004	31.407.576	375.171	60.335	30.194	465.700	1.483	2.839	9	61
2005	33.238.617	398.613	67.971	33.096	499.680	1.503	2.766	8	55
2006	35.155.249	407.426	74.636	30.170	512.232	1.433	2.798	8	54
2007	40.0880979	414.785	78.564	20.786	653.090	1.630	2.804	7	43

Fonte: SEGUR/RS (2010) apud, (CORRÊA, 2011) – adaptado pelo autor

Segundo Corrêa (2011) no âmbito da indústria de transformação o setor de metalurgia apresenta o maior índice de acidentes de trabalho, porém as análises realizadas não são o suficientemente detalhado, e na maioria das vezes apontam que houve apenas erro humano, contribuindo para que não seja analisada novamente levando em consideração outros fatores relacionados, colaborando para que outros acidentes semelhantes ocorram gerando altos custos econômicos e sociais. As condições de acidente são definidas no início da instalação da empresa. Considerando-se isso a nova NR-12 propõe equipamentos de segurança em máquinas e equipamentos.

## 2.2 NORMAS REGULAMENTADORA

As normas regulamentadoras (NR's) são utilizadas pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) para regulamentar procedimentos de segurança do trabalho. Garantem o direito a segurança e saúde dos trabalhadores. O seu descumprimento resultaria em autuações, embargos ou interdições do estabelecimento, ou parte dele ou de algum equipamento, por parte da Superintendência Regional do Trabalho e Emprego (SRTE), perante o MTE. (Ministério do Trabalho e Emprego, 2018).

Em 1978, através da Portaria nº 3.214, foram aprovadas 28. No entanto, atualmente, temos 36 NR's aprovadas pelo o Ministério do Trabalho e Emprego, cada uma normatizando um determinado tema, contendo orientações em caráter técnico referentes a segurança e saúde do trabalho. (INBEP, 2017)

### 2.2.1 Norma Regulamentadora Nº12

A norma regulamentadora número 12 referentes à “Máquinas e Equipamentos”, determina exigências quanto a segurança visando à prevenção de acidentes. A Portaria Secretaria de Inspeção do Trabalho (SIT) 197, de 17/12/10, alterou a NR12 aprovada anteriormente pela portaria 3.214/78 (ARAÚJO, 2014).

A Lei nº6514 de 22 de dezembro de 1977, realizou alterações no Capítulo V da consolidação das Leis do Trabalho, referentes à Segurança e Medicina do

Trabalho. A seção XI – Das máquinas e equipamentos o novo texto legal traz os artigos 184, 185 e 186 (SCHNEIDER, 2011).

Segundo Schneider (2011) o artigo 184 estabelece a imposição da presença de dispositivos de partida e parada nas máquinas e equipamentos, visando impedir o acionamento acidental. Isso garante ao operador ter ao seu alcance os comandos para partida e parada da máquina que estiver operando de maneira que poderá agir quando ocorrer uma situação de risco para si próprio ou outro trabalhador. O artigo 185 estabelece que para a realização de reparos, limpeza ou ajustes a máquina deve estar parada, salvo quando for necessário que a máquina esteja em movimento para a realização dos ajustes. O artigo 186 delega ao Ministério do Trabalho a função de estabelecer normas adicionais sobre proteções e medidas de segurança na operação das máquinas.

Com a reformulação da NR-12, houve um aumento no alcance de sua atuação que passou a incluir máquinas fixas, móveis e equipamentos e ferramentas manuais. Nos tópicos que descrevem as ferramentas, são explanadas as diferenças no conceito de máquinas móveis e veículos agrícolas (CORRÊA, 2011).

A NR12, também traz medidas, preventivas que ao serem atendidas garantem a instalação adequada de equipamentos e dispositivos elétricos em máquinas, visando assegurar a integridade física e a saúde dos trabalhadores, desde o início da operação, durante, até a sua parada prevenindo futuros acidentes do trabalho (SCHNEIDER, 2011).

Segundo Corrêa (2011), as normas técnicas de segurança de máquinas e equipamentos podem ser subdivididas em três tipos conforme as Normas Europeias (EN) e as Normas Brasileiras:

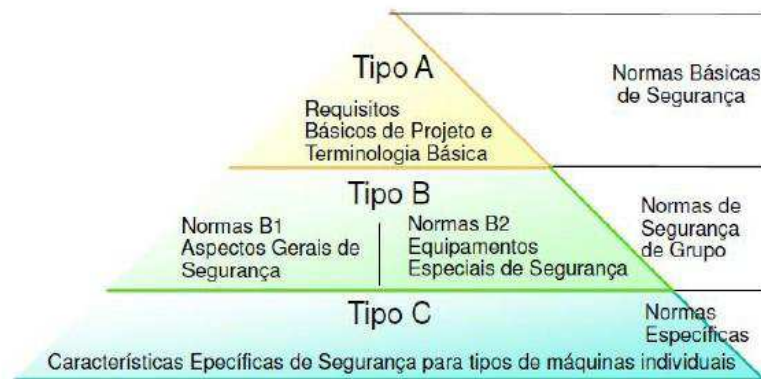
Tipo A são as principais normas de segurança: Definem os Requisitos básicos de projeto e a sua terminologia básica.

Tipo B são Aspectos e componentes de segurança: Dividem-se em B1 para aspectos gerais de segurança e B2 para equipamentos especiais de segurança.

Tipo C são Normas de segurança por categoria de máquinas: Características Específicas de segurança para tipos de máquinas individuais.

As Normas do tipo C possuem maior nível e precedem as normas do tipo A e B, podem também as citas. A hierarquia está representada na Figura 1.

**Figura 1 – Normas de Segurança - EN e NBR**



**Fonte: Seminário Nacional NR-12, 2011 apud Corrêa, 2011**

Segundo o tópico 12.41 para aplicação da Norma NR12, é considerado Proteção um elemento utilizado para garantir segurança através de uma barreira física, podendo essa ser fixa ou móvel:

- a) Proteção fixa, deve permanecer em posição permanentemente, ou por elementos de fixação, necessitando de uso de ferramentas para sua remoção.
- b) Proteção móvel, pode ser removida sem uso de ferramentas, comumente ligada à estrutura da máquina por elementos mecânicos, associados à dispositivos de segurança e de Intertravamento.

Segundo o tópico 12.42 da Norma NR12 (2017) são considerados dispositivos de segurança os componentes que estiverem conectados ou interligados as proteções, contribuindo para a redução de risco de acidentes, são classificados como:

- a) Comandos elétricos ou interfaces de segurança: dispositivos que fazem o monitoramento, responsáveis pela verificação, interligação, posição e funcionamento de outros dispositivos do sistema, impedem também que falhas ocorram e tragam como consequência a perda da função de segurança, como relés de segurança, controladores configuráveis de segurança e controlador logico programável – CLP de segurança;
- b) Dispositivo de Intertravamento: Chaves de segurança eletromecânicas, magnéticas e eletrônicas codificadas, optoeletrônicas, sensores indutivos de



segurança e outros dispositivos de segurança cuja finalidade é de evitar a ativação de elementos da máquina sob circunstâncias específicas;

c) Sensores de segurança: São dispositivos que detectam presença, podem ser mecânicos ou não mecânicos, acionam quando uma pessoa ou uma parte de seu corpo são detectados em uma área de risco, enviam um sinal que interrompe ou impedem o funcionamento do equipamento sob risco de acidentes, como cortinas de luz, detectores de presença opto eletrônicos, batentes, tapetes e sensores de posição;

d) Válvulas e blocos de segurança ou sistemas pneumáticos e hidráulicos de eficiência semelhante;

e) Dispositivos mecânicos, como por exemplo: Dispositivos de retenção, limitadores, empurradores inibidores/defletores, retrateis, possíveis de serem ajustados ou com autofechamento;

f) Dispositivos de validação: São dispositivos complementares de controle que são operados manualmente, quando empregado permanentemente, ativam o dispositivo de acionamento;

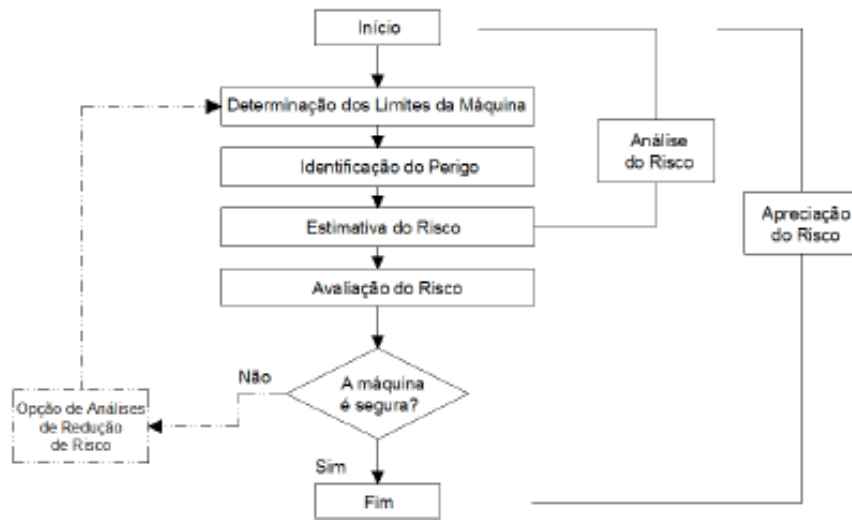
Segundo o tópico 12.56 da norma NR12 (2017), as máquinas devem possuir um ou mais equipamentos de parada de emergência para evitar situações de perigo. Os dispositivos mais comuns permitem que o operador próximo a máquina interrompa o processo caso ocorra uma situação de risco, apertando um botão, os botões devem ser do tipo cogumelo de coloração vermelha instalados de forma visível na máquina e devem ser monitorados por relé de segurança ou por controlador lógico programável (CLP).

### 2.3 AVALIAÇÃO DE RISCO

Depois da reformulação da NR-12, passou a exigir-se que seja feita uma análise de riscos durante as fases do projeto. Simultaneamente associação brasileira de normas técnicas (ABNT), estabelece a norma ABNT 14009:1997 – Segurança de máquinas: princípios para apreciação de riscos, aponta o princípio necessário em uma sequência lógica de instruções, que demonstra como examinar os perigos relacionados a máquinas e analisar riscos, propiciando uma análise referente a segurança de um equipamento (CORRÊA, 2011).

Primeiramente é realizada uma análise de risco em cada máquina onde são identificados os perigos e riscos. Caso avaliação indique que a máquina não é segura, é feita uma análise de redução de riscos, e então realiza-se novamente outra apreciação de riscos para identificar os riscos residuais. A figura 2 ilustra como deve ser feita a apreciação de riscos de acordo com a NBR 14009 (CORRÊA, 2011).

**Figura 2 - Processo interativo para o alcance de segurança.**



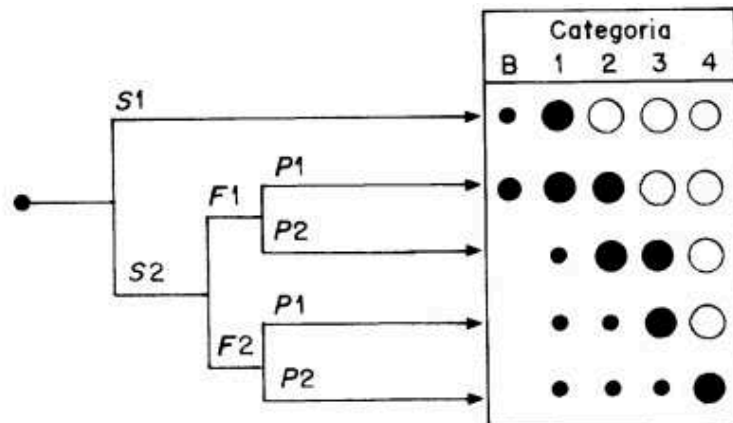
**Fonte: ABNT NBR 14009:1997**

Com objetivo de estabelecer uma conduta sobre os princípios para o projeto de partes de sistemas e comandos referentes à segurança, e identificar os seus requisitos, a ABNT publicou a norma NBR14153, esta norma especifica categorias e apresenta as características de suas aplicações quanto a segurança, esse método apenas oferece uma estimativa da redução de risco e serve somente como orientação para determinar uma categoria (SILVEIRA, SOUZA,2015).

Conforme NBR14153, a metodologia aplicada na análise de riscos, recomenda que a categorização seja definida por parâmetros, S para a severidade, F para frequência e P para a possibilidade. Esses parâmetros são referentes a três perguntas. Para severidade questiona-se qual a gravidade e o que pode causar caso aconteça. Para frequência questiona-se qual a frequência e qual o tempo que se fica exposto ao perigo. Para perigo questiona-se qual a possibilidade de evitar o perigo (SILVEIRA, SOUZA 2015).

A figura 3 mostra um guia para determinação de categorias, presente na norma NBR14153, proporcionando uma gradação de riscos.

**Figura 3 - Guia para seleção possível de categorias – NBR14153.**



**S Severidade do ferimento**

S1 Ferimento leve (normalmente reversível)

S2 Ferimento sério (normalmente irreversível) incluindo morte

**F Frequência e/ou tempo de exposição ao perigo**

F1 Raro a relativamente freqüente e/ou baixo tempo de exposição

F2 Freqüente a contínuo e/ou tempo de exposição longo

**P Possibilidade de evitar o perigo**

P1 Possível sob condições específicas

P2 Quase nunca possível

**B, 1 a 4 Categorias para partes relacionadas à segurança de sistemas de comando**

- Categorias preferenciais para pontos de referência (ver 4.2)
- ◐ Categorias possíveis que requerem medidas adicionais (ver B.1)
- Medidas que podem ser superdimensionadas para o risco relevante

**Fonte: ABNT NBR14153: (1998)**

Outro método de análise é o Hazard Rating Number (HRN) que Segundo Silva e Souza (2011) apud Corrêa (2011), consiste em atribuir valores quantitativos aos itens: PE (Probabilidade de Exposição), FE (Frequência de Exposição ao Perigo), MPL (Probabilidade Máxima de Perda) e NP (Número de Pessoas Expostas ao Risco). Com os valores obtidos realiza-se um cálculo de multiplicação para se obter um valor de risco obtido tem-se a classificação de risco e qual indicara o tempo de ação recomendado. O Método HRN deve ser realizado para cada ponto de risco presente que tenha sido detectado devendo ser feito separadamente para cada um dos pontos em análise.

Segundo Silva e Souza (2011) apud Corrêa (2011) a Tabela 2 demonstra os valores de probabilidade de Exposição (PE), são atribuídos valores de 0 a 15 para indicar o risco de uma pessoa ficar exposta ao perigo presente na máquina para cada situação específica.

**Tabela 2 - Probabilidade de Exposição**

Probabilidade de Exposição (PE)		
0	Quase impossível	Não pode acontecer sobre nenhuma circunstancia
1	Improvável	Apesar de concebível
2	Possível	Mas não atual
5	Alguma chance	Poderia acontecer
8	Provável	Grande chance de acontecer (sem surpresas)
10	Muito provável	De se esperar
15	Certo	Nenhuma duvida

Fonte: The Safety & Health Practioner(1990) apud, (Correa, 2011) – adaptado pelo autor

Segundo Silva e Souza (2011) apud Corrêa (2011) a Tabela 3 demonstra valores para a Frequência de Exposição (FE), atribui-se valores de 0,1 a 5 para indicar qual a frequência a qual a pessoa estará exposta a riscos.

**Tabela 3 - Frequência de Exposição**

Frequência de Exposição (FE)	
0,1	Raramente
0,2	Anualmente
1	Mensalmente
1,5	Semanalmente
2,5	Diariamente
4	Em termos de hora
5	Constantemente

Fonte: The Safety & Health Practioner (1990) apud ,(Correa, 2011) – adaptado pelo autor

Segundo Silva e Souza (2011) apud Corrêa (2011) a Tabela 4 especifica valores para a Probabilidade Máxima de Perda (MPL), atribuem-se valores de 0,1

até 15 que correspondem à máxima perda possível de ocorrer, ou o grau de lesão mais alto possível devido a exposição do perigo no local de trabalho.

**Tabela 4 - Probabilidade Máxima de Perda**

Probabilidade Máxima de Perda (MPL)	
0,1	Arranhão/ Contusão Leve
0,5	Dilaceração/ Doenças Moderadas
1	Fratura/ Enfermidade Leve (Temporária)
2	Fratura/ Enfermidade Grave (Permanente)
4	Perda de Um Membro/ Olho ou Doença Séria (Temporária)
8	Perda de dois Membro/ Olho ou Doença Séria (Permanente)
15	Fatalidade

Fonte: The Safety & Health Practitioner (1990) apud, (Correa, 2011) – adaptado pelo autor

A Tabela 5 especifica valores ao Número de pessoas expostas (NP), atribuem-se valores de 1 a 12 referentes ao número de pessoas que são expostas ao risco durante a operação (Corrêa, 2011)

**Tabela 5 - Probabilidade Máxima de Perda**

Número de Pessoas (NP)	
1	1 – 2 Pessoas
2	3 – 7 Pessoas
4	8 – 15 Pessoas
8	16 – 50 Pessoas
12	Mais de 50 Pessoas

Fonte: The Safety & Health Practitioner (1990) apud, (Correa, 2011) – adaptado pelo autor

Segundo Corrêa, para cada um dos pontos de risco avaliados deve-se realizar um cálculo através da Equação 1 para obter-se o nível de risco e o tempo de ação indicado conforme a Tabela 6.

$$\text{HRN} = \text{PE} \times \text{FE} \times \text{MPL} \times \text{NP} \quad (1)$$

**Tabela 6 - Numero de Classificação de Riscos (HRN)**

Números de Classificação de Riscos (HRN)		
Aceitável	0 – 1	Risco aceitável – considerar possíveis ações
Muito Baixo	1 – 5	Até um ano
Baixo	5 – 10	Até três meses
Significante	10 – 50	Até um mês
Alto	50 – 100	Até uma semana
Muito alto	100 – 500	Até um dia
Extremo	500 – 1000	Ação imediata
Inaceitável	>1000	Parar atividade

Fonte: The Safety & Health Practitioner (1990) apud, (Correa, 2011) – adaptado pelo autor

## 2.4 ROBÔ KUKA KR6 R900 SIXX

A automação e o uso de robôs na indústria têm crescido atualmente, proporcionando uma maior produtividade e rentabilidade, diminuiu o consumo de materiais, e substituiu o maquinário com alto custo, que possuem certa rigidez, assegurando maior flexibilidade na produção. Inicialmente os robôs eram utilizados apenas em indústrias automotivas, mas com o passar do tempo, começaram a ser incorporados em outros setores, tais como, metalurgia, eletrônicos, e na medicina (BRAUMANN ; ÇOKCAN, 2013).

Segundo ISO 8373 um robô industrial é capaz de ser utilizado e mais de uma tarefa, controlado automaticamente, podendo ser programado e reprogramado quando necessário, em três ou mais eixos podendo estar fixo ou possuir capacidade de movimento (GARCIA, VALÉRIO, 2014).

Um dos modelos desenvolvidos pela KUKA são os KR AGILUS caracterizados pela velocidade, precisão e segurança. Ideais para trabalhos de movimento e posicionamento de equipamentos e peças. O modelo KR6 R900 SIXX mostrado na Figura 4 pode carregar até 6 kg, consegue realizar trabalhos em pontos próximos de sua base como também a uma certa distância. Possui um sistema de segurança que permite monitorar a velocidade e a área de trabalho do robô, funciona com o controle de segurança integrado ao sistema de controle KR C4 que assegura a

implementação de funções de monitoramento e controle que controlam os movimentos de maneira segura (BRAUMANN; ÇOKCAN, 2013)

**Figura 4 - Robô KUKA KR6 R900 SIXX AGILUS.**



**Fonte: Próprio Autor**

Com o aumento do número de robôs em indústrias e a crescente proximidade com os trabalhadores, surge a necessidade de certos cuidados para garantir a segurança das pessoas que terão contato com o robô (BRAUMANN, ÇOKCAN, 2013).

## **3 METODOLOGIA**

### **3.1 MÉTODOS DE PESQUISA**

Um trabalho científico tem seu início quando não se tem à disposição, todas as informações necessárias para a resolução de um problema, então é realizada uma pesquisa para levantamento de informações existentes para serem organizadas para se resolver o problema. Uma pesquisa é como um procedimento racional e sistemático, que permite o levantamento de argumentos aos problemas estudados (GIL, 1991)

Segundo Silva e Menezes (2005) a pesquisa é um processo desenvolvido em várias etapas, tem como início a definição do tema e do o problema a ser estudado, e se estende até a apresentação dos resultados obtidos.

#### **3.1.1 Conforme abordagem**

Com o problema já especificado, deve ser escolhido o modelo para pesquisa que será seguido e que definirá as ações a serem tomadas. A pesquisa pode ser definida como qualitativa ou quantitativa conforme a abordagem do problema (GIL, 1991).

A pesquisa pode ser considerada quantitativa quando podem ser feitas medições para futuras análises em busca de soluções para o problema, utilizando-se técnicas que fazem cálculos estatísticos e ferramentas de qualidade (SILVA; MENEZES, 2005).

#### **3.1.2 Conforme objetivo**

As pesquisas podem ser classificadas em Pesquisa explanatória, Pesquisa Descritiva e Pesquisa Explicativa conforme os seus objetivos (GIL,1991).



As pesquisas exploratórias visam proporcionar uma maior familiaridade com o assunto estudado, e com o problema em questão através de levantamento de hipótese, levantamentos bibliográficos, citações que permitam um conhecimento mais abrangente sobre o assunto estudado, deve-se levar em consideração também os conhecimentos práticos relativos ao problema estudado (GIL, 1991).

A pesquisa descritiva visa descrever o assunto em questão através da coleta de dados qualitativos e quantitativos (GIL, 1991).

A pesquisa explicativa visa reconhecer e explicar quais são as causas do problema em questão, oferecem visão detalhada do assunto tratado.

### **3.1.3 Conforme os procedimentos técnicos**

Os procedimentos técnicos podem ser divididos como: Pesquisa Bibliográfica, fundamentada em estudos já feitos, como artigos científicos, periódicos ou livros; Pesquisa Documental que se baseia em documentos esses que ainda não passaram por uma avaliação; Pesquisa Experimental, que determina o controle e observação dos resultados adquiridos.

## 4 DESENVOLVIMENTO

Foi feita uma pesquisa no local, com a finalidade de realizar um levantamento das irregularidades presentes no Robô KUKA KR6 R900 SIXX referentes a norma NR-12, para então apresentar uma proposta de adequação à norma tornando possível a utilização do robô por um operador.

Com os conhecimentos adquiridos pela leitura e análise da Norma NR12, foi realizado uma avaliação de riscos presentes no Robô KUKA, identificados através de um checklist e de uma inspeção no local de instalação. Através da identificação de todas as não conformidades em relação a Norma, foi realizado um planejamento de quais ações deveriam ser tomadas e quais adequações seriam feitas para atender as exigências da Norma.

### 4.1 AVALIAÇÃO DE RISCO

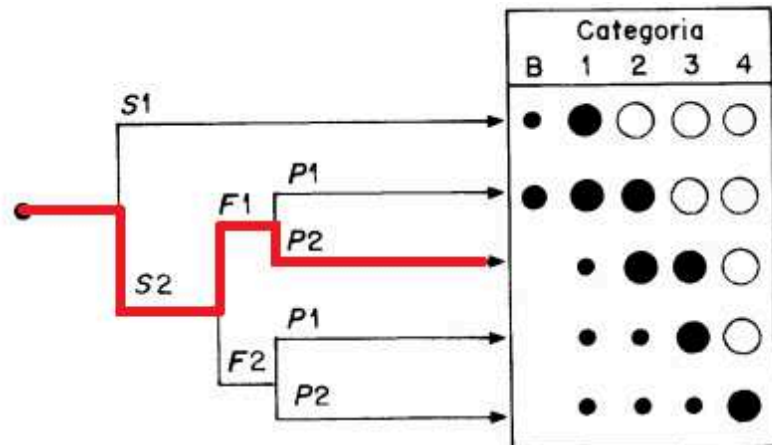
Foi desenvolvido um checklist com base a norma NR-12, para identificação e enumeração dos itens que apresentavam não conformidades no Robô KUKA KR6 R900 SIXX ou no local de instalação do mesmo. O checklist com a identificação dos itens enumerados está presente no Apêndice A.

#### 4.1.1 Categoria de segurança

Foi feita uma seleção de categoria de segurança de máquina, conforme norma NBR14153 anexo B, o qual descreve um método simplificado baseado na NBR 14009 (particularmente com relação à simplificação dos elementos de risco) para seleção de categorias apropriadas como ponto de referência para o projeto das diversas partes relacionadas. Foram consideradas as atuais condições de serviço da máquina, constatou-se que o robô KUKA pode gerar uma lesão irreversível (S2), a frequência de exposição ao perigo é baixa (F1), e à possibilidade de evitar o perigo quase nunca possível (P2). Com isso conclui-se que a categoria mais adequada sugerida é – NBR 14153 Categoria 3 a qual requer que partes do sistema de comando de categoria 3, devem ser projetados de forma que um defeito isolado em

qualquer dessas partes não leve à perda das funções de segurança, defeitos de modos comuns devem ser considerados, quando a probabilidade de ocorrência do defeito em questão for significativa, sempre que possível o defeito específico deve ser detectado antes da solicitação da função de segurança. Conforme mostra a Figura 5.

Figura 5 - Categoria Seleccionada (Alterada classe de risco).



! Severidade do ferimento

S1 Ferimento leve (normalmente reversível)

S2 Ferimento sério (normalmente irreversível) incluindo morte

! Freqüência e/ou tempo de exposição ao perigo

F1 Raro a relativamente freqüente e/ou baixo tempo de exposição

F2 Freqüente a contínuo e/ou tempo de exposição longo

! Possibilidade de evitar o perigo

P1 Possível sob condições específicas

P2 Quase nunca possível

! 1 a 4 Categorias para partes relacionadas à segurança de sistemas de comando

- Categorias preferenciais para pontos de referência (ver 4.2)
- Categorias possíveis que requerem medidas adicionais (ver B.1)
- Medidas que podem ser superdimensionadas para o risco relevante

Fonte: ABNT NBR14153:1998 anexo B – adaptado pelo autor

#### 4.1.2 Análise hazard rating number (HRN)

Foi feito uma avaliação pelo método HRN considerando e as condições físicas atuais do robô sem o uso de ferramentas ou efetadores e considerando também o local de instalação, o qual não apresenta nenhum tipo de barreira fixa ou móvel e não possui nenhum sensor que impeça o funcionamento da máquina, em situações de risco e aproximação do operador ou de terceiros. Com as atuais condições existe a possibilidade de que o operador ou outra pessoa se aproxime do robô durante seu funcionamento, possibilitando a ocorrência de acidentes que podem resultar em ferimentos ou danos materiais, durante a execução de algum tipo de trabalho.

Os resultados obtidos na análise de risco HRN do local de instalação atual do robô estão dispostos na Tabela 7.

**Tabela 7 - HRN do Local de Instalação**

HRN atual do Local de instalação		
Fatores	Classificação	Valor HRN
PE – Probabilidade de exposição	Muito provável	10
FE – Frequência de exposição	semanalmente	1,5
MPL – Probabilidade máxima de perda	Fratura/ Enfermidade Grave (Permanente)	2
NP – Número de pessoas	3 – 7 Pessoas	2
Valor de HRN	60	
Classificação	Alto (Até uma semana)	

Fonte: The Safety & Health Practitioner (1990) apud, (Correa, 2011) – adaptado pelo autor

O resultado da avaliação pelo método HRN indica um risco classificado como alto com valor de HRN equivalente a 60, considerando-se o fato de que o robô é destinado principalmente para demonstrações em salas de aula, e não existe uma proteção que separe o operador ou outra pessoa que se aproxime da zona de perigo demarcada, propiciando um ambiente sem a segurança necessária à um ambiente acadêmico, possibilitando a ocorrência de acidentes.

A análise evidenciou também que o sistema de acionamento da unidade de comando KR C4 COMPACT, mostrado na Figura 6, não está de acordo com o item

12.24 a) da norma NR 12, pois está localizado próximo ao robô dentro da zona de perigo de forma a proporcionar riscos à segurança no local e ao operador.

**Figura 6 - Unidade de Comando.**



**Fonte: Próprio Autor**

Foi aplicado o método HRN para o sistema de acionamento atual, visando medir e classificar o grau de risco. Os resultados da análise da unidade de comando estão dispostos na Tabela 8.

**Tabela 8 - HRN Atual da Unidade de Comando**

HRN Atual da Unidade de Comando		
Fatores	Classificação	Valor HRN
PE – Probabilidade de exposição	Alguma chance	5
FE – Frequência de exposição	semanalmente	1,5
MPL – Probabilidade máxima de perda	Fratura/ Enfermidade Grave (Permanente)	2
NP – Número de pessoas	1 – 2 Pessoas	1
Valor de HRN	15	
Classificação	Significante (Até um Mês)	

**Fonte: The Safety & Health Practitioner (1990) apud, (Correa, 2011) – adaptado pelo autor**

O resultado da avaliação pelo método HRN indica um risco classificado como significativo de HRN equivalente a 15, é aconselhável a alteração do posicionamento da unidade de comando para além da proteção, fora da zona de perigo.

Outro ponto a ser levado em consideração é o fato de o Robô estar instalado em uma superfície instável de uma mesa que não é apropriada para o uso como base de apoio, durante o uso do robô o movimento pode causar vibrações e comprometer a segurança no local, foi feita uma avaliação pelo método HRN, para medir e classificar o grau de risco quanto superfície onde o robô está instalado. Os resultados da análise estão dispostos na Tabela 9.

**Tabela 9 - HRN da superfície**

HRN da superfície		
Fatores	Classificação	Valor HRN
PE – Probabilidade de exposição	Muito provável	10
FE – Frequência de exposição	Semanalmente	1,5
MPL – Probabilidade máxima de perda	Fratura/ Enfermidade Grave (Permanente)	2
NP – Número de pessoas	3 – 7 Pessoas	2
Valor de HRN		60
Classificação		Alto (Até uma semana)

Fonte: The Safety & Health Practitioner (1990) apud, (Correa, 2011) – adaptado pelo autor

Com a análise HRN da superfície nota-se um risco de grau alto de HRN equivalente a 60 e aconselha-se que sejam feitas mudanças em um período de até uma semana para se adequar as condições de segurança necessárias da superfície onde o robô está instalado.

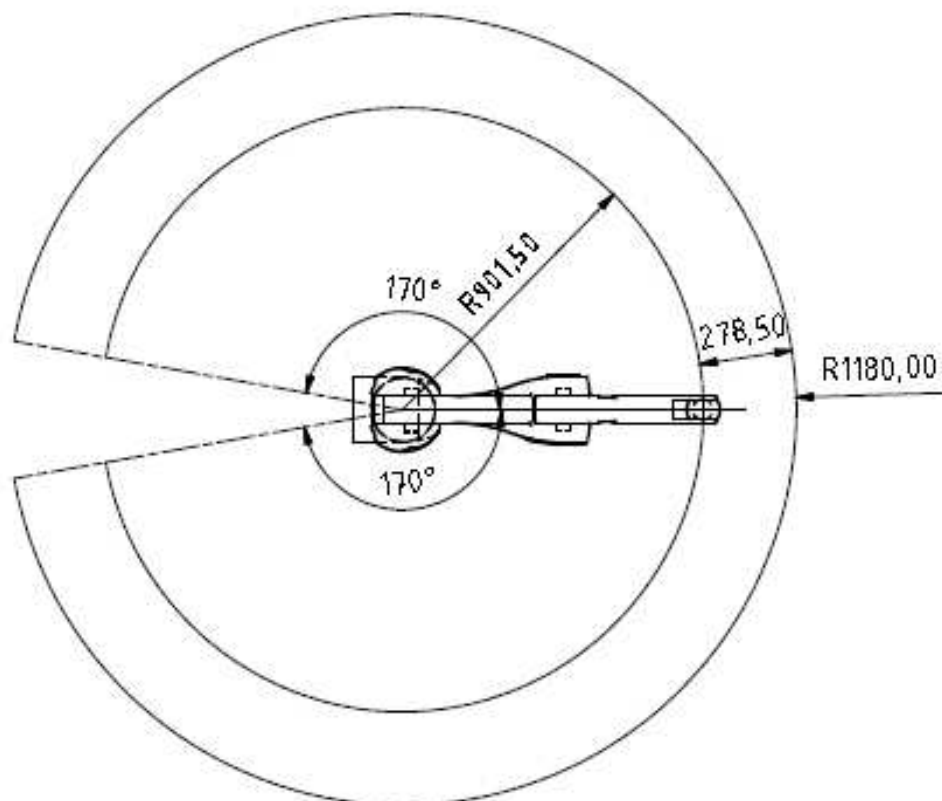
Com base os resultados obtidos com o método de avaliação HRN nota-se que o nível de risco é alto, uma vez que o Robô não possui nenhum tipo de proteção, nenhum sensor que impeça o seu funcionamento mediante a aproximação do operador ou de terceiros, outro ponto alarmante é a questão da superfície onde está instalado e não fornece segurança, estando sujeito ao efeito de vibrações causadas durante a operação.

Será necessário considerar no projeto uma proteção em torno da zona de perigo da do robô, para isso foi realizado um levantamento de dados do robô quanto ao seu alcance e altura máxima atingida.

## 4.2 MEDIÇÃO DOS PARÂMETROS DO ROBÔ

Para diminuir a exposição ao risco durante a operação considerou-se no projeto a adição de barreiras fixas e moveis, no local de instalação do robô que irão compor a célula robótica, capazes de garantir segurança, impedindo acesso a zona de perigo. É aconselhável também a adição de sensores na parte móvel, que sejam capazes de detectar quando o operador ou alguma outra pessoa adentre a célula robótica e aproxime-se da zona de perigo. Para o projeto da célula robótica foi estabelecido que a zona de perigo corresponde ao alcance máximo do braço do robô que chega à aproximadamente 901,5 mm, apesar de normalmente não ser utilizada nenhuma ferramenta ou efetuator no robô durante o seu uso, foi considerado um acréscimo de 278,5 mm na zona de perigo totalizando um raio igual a 1180 mm conforme mostrado na Figura 7.

**Figura 7 - Raio de Alcance do Robô.**

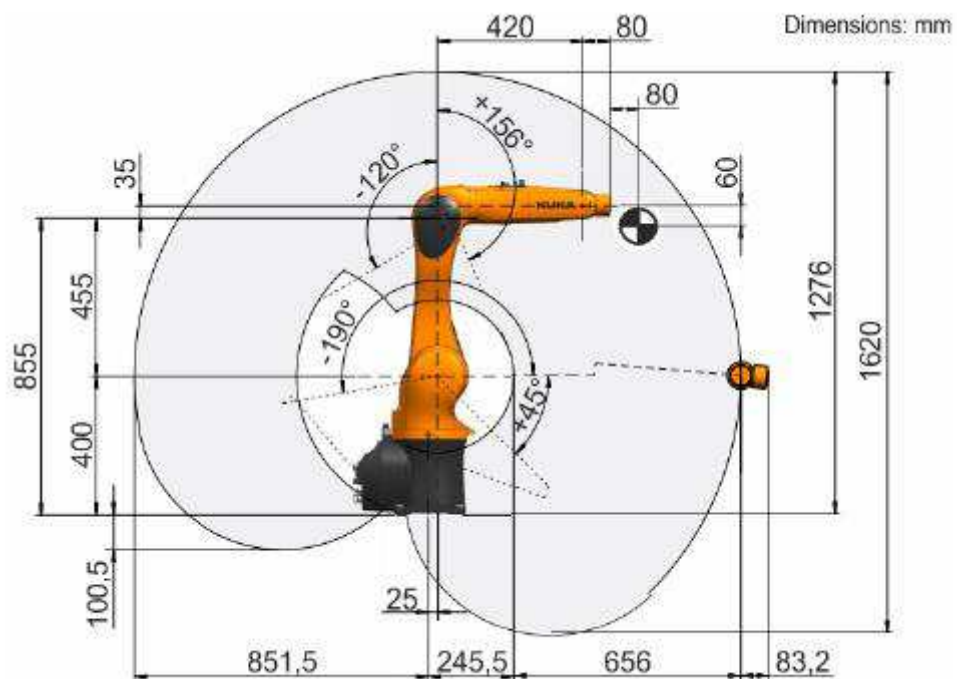


**Fonte: Elaborado pelo autor**

A altura máxima que o robô consegue alcançar tendo como referência sua base é de 1276 mm, conforme mostrado na figura 8, considerando-se que o robô

deverá ser instalado sobre uma bancada, cuja a altura é de 800 mm, foi considerado que a altura máxima alcançada de 2076 mm acima do nível do piso do local. A altura da zona de perigo foi acrescida de 278,5 mm considerando-se a possibilidade de usar uma ferramenta. A altura da zona de perigo estabelecida foi de 2354,5 mm.

**Figura 8 - Desenho esquemático de Robô KUKA KR6 R900 SIXX.**



Fonte: KUKA Robotics (2018)



## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 PROJETO DA CÉLULA ROBÓTICA

Após determinar as dimensões e a extensão da zona de perigo deve-se determinar a distância da mesma até a barreira, sem que sejam criados pontos de esmagamento entre as proteções e a máquina, garantindo possibilidade de se realizar manutenção em caso de necessidade. As proteções devem ser posicionadas respeitando-se as distancias estabelecidas na norma NR-12 conforme indicado na Tabela 10

**Tabela 10 - Alcance sobre estruturas de proteção - Alto risco (em mm)**

Altura da zona de perigo a	Altura da estrutura de proteção b <sup>1)</sup>									
	1000	1200	1400 <sup>2)</sup>	1600	1800	2000	2200	2400	2500	2700
	Distância horizontal à zona de perigo "c"									
2700 <sup>3)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2600	900	800	700	600	600	500	400	300	100	-
2400	1100	1100	900	800	700	600	400	300	100	-
2200	1300	1200	1000	900	800	600	400	300	-	-
2000	1400	1300	1100	900	800	600	400	-	-	-
1800	1500	1400	1100	900	800	600	-	-	-	-
1600	1500	1400	1100	900	800	500	-	-	-	-
1400	1500	1400	1100	900	800	-	-	-	-	-
1200	1500	1400	1100	900	700	-	-	-	-	-
1000	1500	1400	1100	800	-	-	-	-	-	-
800	1500	1300	900	600	-	-	-	-	-	-
600	1400	1300	800	-	-	-	-	-	-	-
400	1400	1200	400	-	-	-	-	-	-	-
200	1200	900	-	-	-	-	-	-	-	-
0	1100	500	-	-	-	-	-	-	-	-

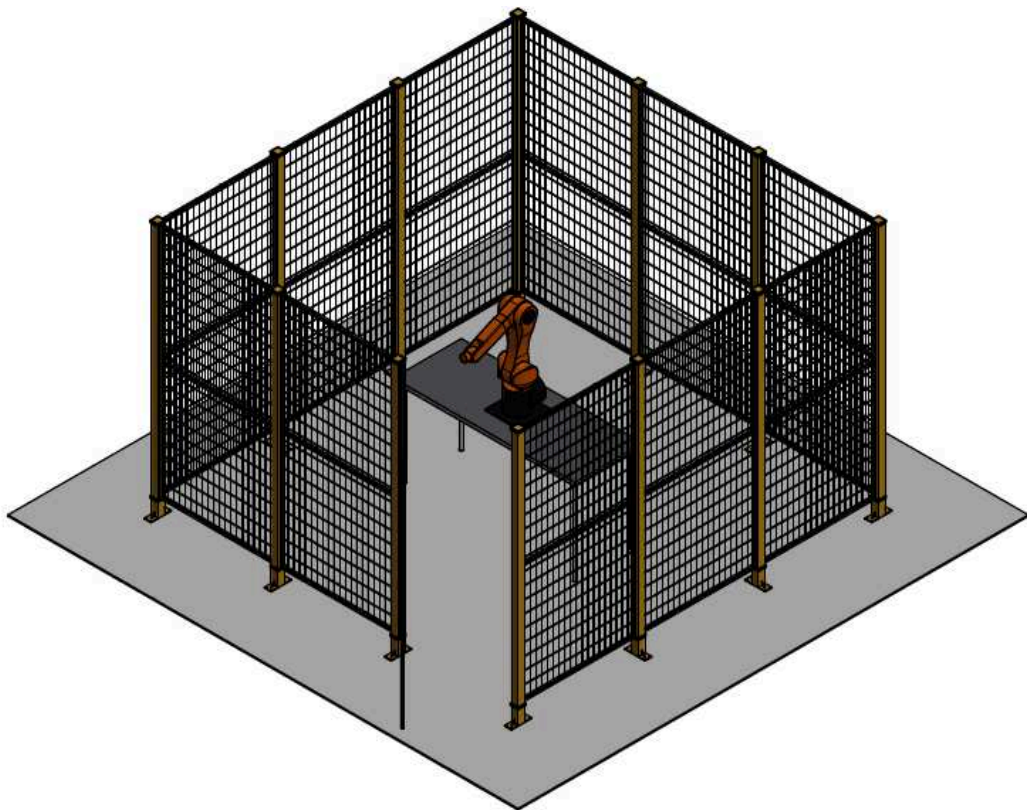
<sup>1)</sup> Estruturas de proteção com altura inferior que 1000 mm (mil milímetros) não estão incluídas por não restringirem suficientemente o acesso do corpo.  
<sup>2)</sup> Estruturas de proteção com altura menor que 1400 mm (mil e quatrocentos milímetros), não devem ser usadas sem medidas adicionais de segurança.  
<sup>3)</sup> Para zonas de perigo com altura superior a 2700 mm (dois mil e setecentos milímetros) ver figura 2. Não devem ser feitas interpolações dos valores desse quadro; conseqüentemente, quando os valores conhecidos de "a", "b" ou "c" estiverem entre dois valores do quadro, os valores a serem utilizados serão os que propiciarem maior segurança

**Fonte: ABNT NBR NM – ISSO 13852 (2003)**

Nota-se que haverá duas variáveis inversamente proporcionais a serem consideradas que são a distância da zona de perigo e a altura da proteção, quanto mais próximo da zona de perigo maior será altura de proteção.

Considerando-se o atual local de instalação, foi selecionado, para a altura de 2426 mm da zona de perigo, uma proteção de aproximadamente 2200 mm de altura com uma distância horizontal à 400 mm da zona de perigo. Foi projetado uma célula robótica de 3240 mm de largura composta por 3 módulos de proteção em cada face, com cada perfil vertical com 1000 mm de largura, para permitir o acesso ao robô, foi posicionada uma porta com um vão de 1000 mm. Conforme desenho esquemático de célula robótica elaborado no software Inventor mostrado na Figura 9.

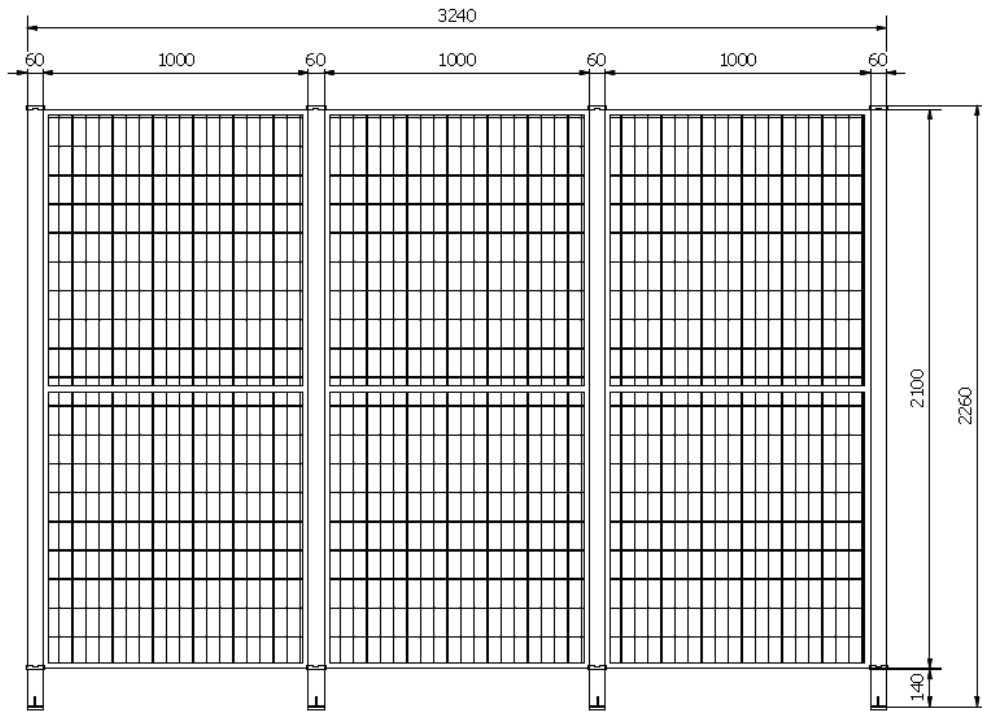
**Figura 9 - Desenho esquemático de célula robótica.**



**Fonte: Elaborado pelo autor**

Visando atender as condições de projeto e considerando-se as opções disponíveis no mercado, recomenda-se a utilização de barreiras de perfis modulares, com cliques de fixação, postes de 60x60 mm com a altura de 2260 mm com possibilidade de regulagem e painéis de 20x20 mm, com base de 1000 mm e altura de 2100 mm. Conforme Figura 10. A montagem do sistema descrito e considerada simples, segura e rápida.

**Figura 10 - Dimensões da Barreira (em mm).**



**Fonte: Elaborado pelo Autor**

Considerou-se também um sistema de intertravamento *Safe Lock*, o qual serviria de sensor, e identificaria quando porta estivesse aberta, interrompendo o funcionamento do robô, exigindo então uma reinicialização do sistema do robô, após as condições de segurança serem restauradas. O dispositivo de segurança deverá enviar um sinal ao sistema de alimentação ou a unidade de comando, de forma a interromper as atividades mediante situação de risco quando a porta estiver aberta, se possível considerar mais de um sensor localizado na porta, a redundância garantiria que mesmo mediante a possibilidade de falha em um dos sensores devido a desgaste ou por mal alinhamento do dispositivo, o sensor que restar garantiria a condição de segurança.

## 5.2 POSICIONAMENTO DO ROBÔ

O robô deve ser instalado sobre uma superfície segura que ofereça estabilidade durante a realização das operações então deverá ser fixado diretamente no solo, ou sobre uma superfície adequada que ofereça estabilidade e segurança ao equipamento facilitando a manutenção, os responsáveis pelo

laboratório sugeriram o projeto de uma mesa que suportaria o Robô durante o seu serviço garantindo estabilidade sem que o equipamento fosse exposto ao risco de ser danificado ou que se sofre quedas. A mesa teria aproximadamente 800 mm de altura e sua estrutura seria de ferro fundido.

### 5.3 ANÁLISES DE RISCO APÓS ALTERAÇÕES

Após terem sido feitas as alterações previstas, foi realizada uma nova apreciação dos riscos residuais através do método HRN, em cada ponto considerado crítico.

Com relação ao local de instalação, foram instalados módulos de proteção que compõem a célula robótica, possibilitando uma nova estimativa de riscos, conforme a Tabela 11.

**Tabela 11 - HRN do Local de Instalação após adequação**

HRN do Local de Instalação após adequação		
Fatores	Classificação	Valor HRN
PE – Probabilidade de exposição	Quase impossível	0
FE – Frequência de exposição	semanalmente	1,5
MPL – Probabilidade máxima de perda	Fratura/ Enfermidade Grave (Permanente)	2
NP – Número de pessoas	3 – 7 Pessoas	2
Valor de HRN		0
Classificação		Aceitável

**Fonte: The Safety & Health Practitioner (1990) apud (Correa, 2011) – adaptado pelo autor**

O posicionamento das proteções modulares, garantem que ninguém se aproxime da zona de perigo, e garante que o robô só possa ser acionado com a porta da proteção fechada, quando a porta for aberta o robô será interrompido necessitando que o sistema seja reiniciado. Com o posicionamento das proteções o novo grau de risco é considerado como aceitável.

Com relação a unidade de comando que anteriormente se localizava próximo do alcance do braço do robô, propôs-se que fosse posicionada fora da célula robótica de forma a respeitar a norma NR12 conforme o item 12.24 da norma. Com a

mudança da localização, foi possível realizar uma nova estimativa de riscos conforme a Tabela 12.

**Tabela 12 - HRN da Unidade de Comando após adequação**

HRN da Unidade de Comando após adequação		
Fatores	Classificação	Valor HRN
PE – Probabilidade de exposição	Quase impossível	0
FE – Frequência de exposição	Semanalmente	1,5
MPL – Probabilidade máxima de perda	Fratura/ Enfermidade Grave (Permanente)	2
NP – Número de pessoas	1 – 2 Pessoas	1
Valor de HRN		0
Classificação		Aceitável

Fonte: The Safety & Health Practitioner (1990) apud, (Correa, 2011) – adaptado pelo autor

Com relação a superfície onde o robô havia sido instalado, foi estabelecido que o robô não poderia permanecer na mesma mesa, pois era considerada instável, propôs-se que ele fosse instalado e fixado em uma bancada ou mesa capaz de suportar o seu peso e proporcionar mais estabilidade, respeitando o item 12.11 da norma NR12. Com isso foi feito uma nova apreciação de riscos conforme a tabela 13.

**Tabela 13 - HRN da Superfície após adequação**

HRN da Superfície após adequação		
Fatores	Classificação	Valor HRN
PE – Probabilidade de exposição	Improvável	1
FE – Frequência de exposição	Raramente	0,1
MPL – Probabilidade máxima de perda	Fratura/ Enfermidade Grave (Permanente)	2
NP – Número de pessoas	3 – 7 Pessoas	2
Valor de HRN		0,4
Classificação		Aceitável

Fonte: The Safety & Health Practitioner (1990) apud, (Correa, 2011) – adaptado pelo autor

Adequando-se a superfície onde o robô será instalado, e possível garantir a estabilidade do robô e redução de vibrações durante a operação, contribuindo para uma maior exatidão do trabalho executado pela máquina.

As mudanças propostas garantem redução de riscos a níveis aceitáveis, porém ainda assim é necessária a adoção de medidas de segurança como uma sinalização, de forma a advertir sobre os possíveis riscos no local, instruções de segurança e outras informações consideradas necessárias para garantir a segurança do operador.

A sinalização deve respeitar as normas técnicas nacionais vigentes, as inscrições devem ser em português e legíveis, indicando o risco e a parte da máquina a que se refere.

Com todas adequações indicadas e requeridas nesse projeto, acredita-se que o robô estará apto para voltar a sua utilização, que hoje encontra-se impossibilitado exatamente por falta de segurança, onde não se encontra nenhum equipamento de proteção a não ser as oferecidas pelo equipamento, porém não atende às normas de segurança. Temos como resultado, a possibilidade de conseguir utilizar novamente o robô, em aulas e demonstrações, se o projeto for aplicado efetivamente, tornando então o equipamento seguro em seu funcionamento, assegurando que o operador esteja fora de perigo ao ocorrer o acionamento do robô e seus mecanismos.

## 6 CONCLUSÃO

Por meio de estudo da norma regulamentadora NR 12, e das avaliações de riscos, foi possível indicar os pontos que apresentavam não conformidades no ambiente e do Robô KUKA em relação a segurança, expondo o operador e os estudantes a riscos e com os dados obtidos foram feitas propostas de adequação que respeitam a norma visando garantir a segurança de todos que interagissem com a máquina.

Foi proposto que fossem instaladas conjuntos de proteções físicas fixas e moveis, sensores de intertravamento, e mudanças no local, de forma a reduzir as condições que contribuía para falta de segurança, após a implementação das mudanças propostas no projeto foi realizada uma nova apreciação de risco, notou-se que com a implementação das medidas de segurança o nível de risco foi reduzido para níveis aceitáveis.

Devido a projeção de uso do robô, a instalação de sensores de presença e sensores ópticos não se faz viável, visto o possível custo de instalação comparado com a efetividade de utilização de tal equipamento.

Além das grades de segurança dimensionadas e definidas, também se faz necessário, a utilização de botoeiras de emergência, para que o robô reconheça a existência da mesma, e certifique seu funcionamento em segurança.

O projeto apresentado é uma proposta de adequação, algumas condições podem ser diferentes do que foi inicialmente planejado, espera-se que com as alterações sugeridas, operações sob condições inseguras sejam impossibilitadas, e no caso de ocorrerem, tenham seus efeitos reduzidos, e que impeça a possibilidade de acidentes.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, G. M. **Normas regulamentadoras comentadas e ilustradas legislação de segurança e saúde no trabalho**. 8 ed. Rio de Janeiro: Gerenciamento Verde Editora e livraria virtual LTDA, 2014

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS; **NBR 14153: SEGURANÇA DE MÁQUINAS – PARTES DE SISTEMAS DE COMANDO RELACIONADAS À SEGURANÇA – PRINCÍPIOS GERAIS PARA PROJETO**. Rio de Janeiro, 1998

BRAUMANN, J.; ÇOKCAN, S. B. **ROB | ARCH ROBOTIC FABRICATION IN ARCHITECTURE, ART AND DESIGN**. Wien: Springer. 2013

CHANNING, J.; RIDLEY, J. **Safety at Work**. 6th ed. [S.I.]: Elsevier LTD, 2003

CORRÊA, M. U; **Sistematização E Aplicações Da Nr-12 Na Segurança Em Máquinas E Equipamentos**. 2011. 111p. Dissertação (Pós Graduação/ Segurança Do Trabalho) – UNIJUI, Ijuí, 2011.[ Orientador: Luís Antônio Bortolaia].

GARCIA, M. V. R.; VALERIO, R.; **O futuro da robótica. Anais do VI Seminário Multidisciplinar ENIAC 2014**, Vol. 1, N.º6, p 148 – 156, 2014

GIL, A. C., **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3ª edição, São Paulo. Editora Atlas, 1991.

INSTITUTO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL; **NORMAS REGULAMENTADORAS (NRs): O QUE SÃO E COMO SURTIRAM**. Santa Catarina, 2017.

KUKA-Robotics. KR6 R900 sixx. Disponível em: [https://www.kuka.com/pt-br/services/downloads?terms=product\\_name:KR%206%20R900%20sixx](https://www.kuka.com/pt-br/services/downloads?terms=product_name:KR%206%20R900%20sixx). Acesso em: 15 abr. 2018



MÁSCULO, F. S.; MATTOS, U. A. O. **Higiene E Segurança Do Trabalho**. Rio De Janeiro: Elsevier Editora LTDA, 2011

BRASIL. Ministério do trabalho e Emprego. **NR12 – Segurança no trabalho em Maquinas e Equipamentos**. Brasília, DF, 2013. Disponível em: <<http://www.trabalho.gov.br/images//Documentos/SST/NR/NR12/NR-12.pdf>> . Acesso em: 08 out. 2018.

RIDLEY, J. R. **Safety at Work**. 3th ED. Bodmin: Butterworth-Heinemann Ltd, 1990

SCHNEIDER, E. E; **Instalações de dispositivos de segurança para maquinas operatrizes conforme a norma regulamentadora N°12 com ênfase em dispositivos elétricos**. Ijuí, 2011 Monografia (Pós Graduação/ engenharia de segurança do trabalho) – Universidade Regional Do Noroeste Do Estado Do Rio Grande Do Sul, Ijuí, 2011.[ Orientador: Cristina Eliza Pozzobon ].

SILVA E. L., MENEZES E. M., **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4ª edição revisada e atualizada, Florianópolis. UFSC, 2005.

SILVEIRA, E. F; SOUZA, V. J. D.; **Interpretação dos requisitos da Norma Regulamentadora 12 por fabricantes de máquinas importadas**. [São Leopoldo], 2015.

## ANEXO I

CHECK LIST NR 12 Robô KUKA KR 6 R 900		STATUS	
ITEM	TÓPICO	ATENDE	NÃO ATENDE
12.6.1	A ÁREA DE CIRCULAÇÃO NO LOCAL E AS VIAS QUE CONDUZEM ÀS SAÍDAS POSSUEM, NO MÍNIMO, 1,20m DE LARGURA?		X
12.6.2	AS ÁREAS DE CIRCULAÇÃO SÃO MANTIDAS PERMANENTEMENTE DESOBSTRUÍDAS?		X
12.7	EXISTEM ÁREAS ESPECÍFICAS PARA O ARMAZENAMENTO DE MATÉRIA-PRIMA?	X	
12.7	AS ÁREAS DE ARMAZENAMENTO DE MATÉRIA-PRIMA SÃO DEMARCADAS COM FAIXAS NA COR BRANCA?		X
12.8	A ÁREA SITUADA EM TORNO DA MÁQUINA ESTÁ ADEQUADA AO TIPO DE OPERAÇÃO?		X
12.8.1	A DISTÊNCIA MÍNIMA ENTRE MÁQUINAS GARANTE A SEGURANÇA DO OPERADOR DURANTE OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO, INSPEÇÃO OU LIMPEZA?		X
12.9	OS PISOS ESTÃO ESCORREGADIOS?	X	
12.9	OS PISOS ESTÃO LIMPOS E EM BOAS CONDIÇÕES?	X	
12.10	EXISTE LOCAL ESPECÍFICO PARA O ARMAZENAMENTO DE FERRAMENTAS À SEREM UTILIZADAS DURANTE O PROCESSO E ESTAS ESTÃO ORGANIZADAS?	X	
12.11	A MÁQUINA ESTÁ CORRETAMENTE NIVELADA E FIXADA NO PISO?	X	
12.13	A MÁQUINA ESTÁ FORA DO TRÂNSITO DE MATERIAIS?	X	
12.14	EXISTEM RISCOS DE INCÊNDIO, EXPLOSÃO OU OUTROS TIPOS DE ACIDENTES ELÉTRICOS?	X	
12.15	AS PARTES CONDUTORAS DA MÁQUINA ESTÃO DEVIDAMENTE ATERRADAS?	X	
12.16	EXISTEM PARTES DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA QUE ESTEJAM EM CONTATO COM ÁGUA OU AGENTES CORROSIVOS? ESTAS ESTÃO CORRETAMENTE ATERRADAS/BLINDADAS/ISOLADAS?	X	
12.20	AS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS QUE UTILIZEM ENERGIA ELÉTRICA FORNECIDA POR FONTE EXTERNA POSSUEM DISPOSITIVO PROTETOR CONTRA SOBRECORRETE?	X	
12.20.1	A MÁQUINA POSSUI DISPOSITIVO CONTRA SOBRETENSÃO?	X	
12.21	A CHAVE GERAL É UTILIZADA COMO DISPOSITIVO DE PARTIDA E PARADA? (PROIBIDO)EXISTEM PARTES ENERGIZADAS EXPOSTAS? (PROIBIDO)	X	
12.24	OS DISPOSITIVOS DE PARTIDA/ACIONAMENTO/PARADA PODEM SER ACIONADOS, EM CASO DE EMERGÊNCIA, POR OUTRA		X

	PESSOA QUE NÃO SEJA O OPERADOR? OS DISPOSITIVOS DE PARTIDA/ACIONAMENTO/PARADA IMPEDEM O ACIONAMENTO INVOLUNTÁRIO OU ACIDENTAL? OS DISPOSITIVOS DE PARTIDA/ACIONAMENTO/PARADA PODEM SER BURLADOS? (PROIBIDO)		
12.25	OS COMANDOS DE PARTIDA OU ACIONAMENTO POSSUEM DISPOSITIVOS QUE IMPEÇAM SEU FUNCIONAMENTO AUTOMÁTICO AO SEREM ENERGIZADOS?	X	
12.38	AS ZONAS DE PERIGO DA MÁQUINA POSSUEM DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA COMO PROTEÇÕES FIXAS, MÓVEIS E DISPOSITIVOS DE INTERLIGADOS, QUE GARANTAM A INTEGRIDADE FÍSICA DO TRABALHADOR?		X
12.39	OS SISTEMAS DE SEGURANÇA ESTÃO SOB A RESPONSABILIDADE DE UM PROFISSIONAL LEGALMENTE HABILITADO? OCORRE A PARALIZAÇÃO DOS RISCOS NA PRESENÇA DE FALHAS OU SITUAÇÕES ANORMAIS DE TRABALHO?		X
12.40	O SISTEMA DE SEGURANÇA EXIGE RESET/REARME DO SISTEMA APÓS SUA PARALIZAÇÃO DEVIDO A FALHAS OU SITUAÇÕES ANORMAIS DE TRABALHO?		X
12.41	AS PROTEÇÕES FIXAS SÓ PODEM SER REMOVIDAS COM USO DE FERRAMENTAS? AS PROTEÇÕES MÓVEIS, LIGADAS À DISPOSITIVOS MECÂNICOS ESTÃO LIGADAS À DISPOSITIVOS DE INTERTRAVAMENTO (CHAVES ELETROMECAÑICAS OU SENSORES)?		X
12.43	OS COMPONENTES DO SISTEMA DE SEGURANÇA CORTAM E REESTABELECEM O FORNECIMENTO DE ENERGIA?		X
12.44	EXISTEM PROTEÇÕES MÓVEIS EM ZONAS DE RISCO QUE DEVEM SER ACESSADAS MAIS DE UMA VEZ POR TURNO? AS PROTEÇÕES MÓVEIS ESTÃO ASSOCIADAS A UM SISTEMA DE BLOQUEIO QUANDO ACESSADAS?		X
12.45	A MÁQUINA OPERA SOMENTE QUANDO AS PROTEÇÕES MÓVEIS ESTIVEREM FECHADAS? A MÁQUINA PARALISA SUAS FUNÇÕES QUANDO SUAS PROTEÇÕES MÓVEIS SÃO ABERTAS?		X
12.46	OS DISPOSITIVOS DE INTERTRAVAMENTO ASSOCIADOS A PROTEÇÕES MÓVEIS PERMITEM OPERAÇÃO SOMENTE QUANDO A PLACA ESTIVER FECHADA?		X
12.47	AS TRANSMISSÕES DE FORÇA E COMPONENTES MÓVEIS POSSUEM PROTEÇÕES FIXAS OU MÓVEIS INTERLIGADAS COM DISPOSITIVOS DE TRAVAMENTO?		X
12.48	EXISTEM PROTEÇÕES CONTRA PROJEÇÃO DE MATERIAIS?		X
12.49	AS PROTEÇÕES RESISTEM DURANTE A VIDA ÚTIL DA MÁQUINA OU POSSIBILITAM REPOSIÇÃO DE PARTES DETERIORADAS? AS PROTEÇÕES SÃO CONSTITUÍDAS DE MATERIAIS QUE RESISTAM À CONTENÇÃO DE PEÇAS, MATERIAIS E PARTÍCULAS? AS PROTEÇÕES ESTÃO FIXAS ADEQUADAMENTE DE MODO A RESISTIR OS ESFORÇOS REQUERIDOS? AS PROTEÇÕES NÃO		X

	CRIAM PONTOS DE ESMAGAMENTO COM OUTRAS PARTES DA MÁQUINA? AS PROTEÇÕES NÃO POSSUEM EXTREMIDADES OU ARESTAS CORTANTES? AS PROTEÇÕES DE SEGURANÇA RESISTEM AS CONDIÇÕES AMBIENTAIS DO LOCAL? AS PROTEÇÕES PODEM SER BURLADAS? AS PROTEÇÕES PROPORCIONAM CONDIÇÕES DE HIGIENE E LIMPEZA? AS PROTEÇÕES IMPEDEM O ACESSO À ZONAS DE PERIGO? OS DISPOSITIVOS DE INTERTRAVAMENTO DAS PROTEÇÕES ESTÃO PROTEGIDOS CONTRA SUJIDADES, POEIRAS E CORROSÃO?		
12.54	AS PROTEÇÕES/DISPOSITIVOS/SISTEMAS DEVEM INTEGRAR A MÁQUINA E NÃO SER OPCIONAIS?		X
12.55	A MÁQUINA POSSUI DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA SOB A RESPONSABILIDADE DE UM PROFISSIONAL?	X	
12.56	A MÁQUINA POSSUI AO MENOS UM DISPOSITIVO DE PARADA DE EMERGÊNCIA?	X	
12.56.1	OS DISPOSITIVOS DE PARADA DE EMERGÊNCIA SÃO UTILIZADOS COMO MEIOS DE ACIONAMENTO / PARTIDA? (PROIBIDO)	X	
12.57	OS DISPOSITIVOS DE PARADA DE EMERGÊNCIA ESTÃO INSTALADOS EM LOCAIS DE FÁCIL ACESSO E VISUALIZAÇÃO?	X	
12.58	OS DISPOSITIVOS DE PARADA DE EMERGÊNCIA SÃO DE FÁCIL ACIONAMENTO? OS DISPOSITIVOS DE PARADA DE EMERGÊNCIA ESTÃO MANTIDOS EM PERFEITO FUNCIONAMENTO?	X	
12.59	A FUNÇÃO DE PARADA DE EMERGÊNCIA NÃO PREJUDICA QUALQUER MEIO PROJETADO PARA RESGATAR PESSOAS ACIDENTADAS?	X	
12.60	O ACIONAMENTO DA PARADA DE EMERGÊNCIA RETÊM O BOTÃO ACIONADOR?	X	
12.60.1	O DESACIONAMENTO DA EMERGÊNCIA SÓ É POSSÍVEL ATRAVÉZ DE UMA AÇÃO MANUAL INTENCIONADA?	X	
12.94	A MÁQUINA ATENDE À VARIABILIDADE DE CARACTERÍSTICAS DE DIFERENTES OPERADORES? A MÁQUINA PERMITE E RESPEITA OS MOVIMENTOS E ESFORÇOS FÍSICOS DEMANDADOS PELOS OPERADORES? FAVORECE À PREVENÇÃO DE FALHAS DO PROCESSO, GARANTINDO CONFIABILIDADE? A MÁQUINA PROPORCIONA REDUÇÃO DE FORÇA, PRESSÃO, FLEXÃO, EXTENSÃO OU TORÇÃO DOS SEGMENTOS CORPORAIS? A ILUMINAÇÃO ESTÁ ADEQUADA?		X
12.95	OS COMANDOS MAIS UTILIZADOS ESTÃO EM REGIÕES MAIS ACESSÍVEIS? OS COMANDOS ESTÃO ADEQUADAMENTE VISÍVEIS E IDENTIFICADOS? OS COMANDOS IMPOSSIBILITAM MOVIMENTOS INVOLUNTÁRIOS?	X	
12.96	A MÁQUINA FOI PROJETADA LEVANDO EM CONSIDERAÇÃO A NECESSIDADE DE ADAPTAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE TRABALHO ÀS CARACTERÍSTICAS PSICOFISIOLÓGICAS DOS TRABALHADORES OFERECENDO CONFORTO E SEGURANÇA?	X	
12.98	O POSTO DE TRABALHO PERMITE ALTERNÂNCIA DE POSTURA E MOVIMENTAÇÃO CORPORAL ADEQUADA?	X	

12.99	EXISTEM PARAFUSOS, PREGOS, QUINAS, CANTOS CORTANTES AO LONGO DA SUPERFÍCIE DE TRABALHO?	X	
12.100	O POSTO DE TRABALHO PERMITE APOIO INTEGRAL DAS PLANTAS DOS PÉS NO PISO?	X	
12.101	AS DIMENSÕES DO POSTO DE TRABALHO DEVEM PROPORCIONAR ALCANCE DA VISÃO E SEGMENTOS CORPORAIS ASSEGURANDO POSTURA ADEQUADA E CONFORTO?	X	
12.102	OS LOCAIS DESTINADOS A MANUSEIO DE MATERIAIS EM PROCESSO DEVEM TER ALTURA E SÃO POSICIONADOS DE FORMA A GARANTIR BOAS POSIÇÕES DE ALTURA OU VISÃO?	X	
12.103	OS LOCAIS DE TRABALHO DA MÁQUINA POSSUI SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DOS DETALHES DOS SISTEMAS DE TRABALHO?		X
12.111	A MÁQUINA É SUBMETIDA À MANUTENÇÕES PREVENTIVAS E CORRETIVAS, CONFORME PERIODICIDADE DETERMINADA PELO FABRICANTE?	X	
12.112	AS MANUTENÇÕES (PREVENTIVAS E CORRETIVAS) SÃO REGISTRADAS EM FICHA, LIVRO OU SISTEMA INFORMATIZADO (CRONOGRAMA/REGISTRO/DATA/PEÇAS/RESPONSÁVEL)?		X
12.113	EXISTEM PROCEDIMENTOS PARA BLOQUEIO E IDENTIFICAÇÃO DURANTE A EXECUÇÃO DAS MANUTENÇÕES?		X
12.114	OS COMPONENTES SUBMETIDOS A FORÇA CUJA RUPTURA OU DESGASTE POSSA OCASIONAR ACIDENTES SÃO SUBMETIDAS À ENSAIOS NÃO DESTRUTÍVEIS?	X	
12.115	AO IDENTIFICAR DANIFICAÇÕES EM COMPONENTES QUE COMPROMETAM A SEGURANÇA, OS MESMOS SÃO SUBSTITUÍDOS POR PEÇAS QUE GARANTAM AS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA?	X	
12.116	AS MÁQUINAS/INSTALAÇÕES POSSUEM SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA PARA ADVERTIR OS RISCOS EXPOSTOS, DISPONIBILIZAR INSTRUÇÕES DE OPERAÇÕES, DENTRE OUTROS?		X
12.116.3	A SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA É ADOTADA EM TODAS AS FASES DE UTILIZAÇÃO E VIDA ÚTIL DAS MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS?		X
12.117	A SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA FICA DESTACADA NA MÁQUINA OU EQUIPAMENTO E FICA EM LOCALIZAÇÃO CLARAMENTE VISÍVEL E É DE FÁCIL COMPREENSÃO?		X
12.118	OS SÍMBOLOS, INSCRIÇÕES E SINAIS LUMINOSOS E SONOROS SEGUEM OS PADRÕES ESTABELECIDOS PELAS NORMAS TÉCNICAS NACIONAIS VIGENTES E, NA FALTA DESSAS, PELAS NORMAS TÉCNICAS INTERNACIONAIS?		X
12.119	AS INSCRIÇÕES DAS MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS SÃO ESCRITAS NA LÍNGUA PORTUGUESA (BRASIL) E LEGÍVEIS?	X	
12.119.1	AS INSCRIÇÕES INDICAM CLARAMENTE O RISCO E A PARTE DA MÁQUINA OU EQUIPAMENTO A QUE SE REFEREM E NÃO É UTILIZADA SOMENTE A INSCRIÇÃO DE "PERIGO"?	X	
12.120	AS INSCRIÇÕES E SÍMBOLOS SÃO UTILIZADOS NAS MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS PARA INDICAR AS SUAS ESPECIFICAÇÕES E LIMITAÇÕES TÉCNICAS?	X	

12.122	AS PROTEÇÕES FIXAS E MÓVEIS, E OUTROS COMPONENTES DESTINADOS À SEGURANÇA, ESTÃO NA COR AMARELA? AS PARTES DE COMUNICAÇÃO DE PARALISAÇÃO E BLOQUEIO DE SEGURANÇA PARA MANUTENÇÃO ESTÃO EM AZUL?		X
12.124	EXISTEM INDICADORES DE LEITURA QUANTITATIVA/QUALITATIVA PARA ADVERTIR OS TRABALHADORES SOBRE OS POSSÍVEIS RISCOS?		X
12.124.1	EXISTEM INDICADORES E ESTÃO FACILMENTE VISÍVEIS PARA ALERTAR SOBRE OS POSSÍVEIS PERIGOS NO LOCAL?	X	
12.125	A MÁQUINA POSSUI MANUAL DE INSTRUÇÕES FORNECIDOS PELO FABRICANTE OU IMPORTADOR, COM AS INSTRUÇÕES DE SEGURANÇA EM TODAS AS FASES DA VIDA ÚTIL DO EQUIPAMENTO?	X	
12.126	QUANDO INEXISTENTE OU EXTRAVIADO, O MANUAL RECONSTITUÍDO É AUTORIZADO POR PROFISSIONAL LEGALMENTE HABILITADO?	X	
12.127	OS MANUAIS ESTÃO ESCRITOS NA LINGUA PORTUGUESA? ESTÃO ESCRITOS COM FONTES LEGÍVEIS E POSSUEM FIGURAS EXPLICATIVAS? OS AVISOS REFERENTES À SEGURANÇA ESTÃO EM DESTAQUE NOS MANUAIS? ESTÃO DISPONÍVEIS À TODOS OS TRABALHADORES ENVOLVIDOS?		X
12.129	OS MANUAIS CONTÊM TIPO, MODELO E CAPACIDADE DA MÁQUINA? POSSUEM A DESCRIÇÃO DETALHADA DA MÁQUINA E SEUS ACESSÓRIOS? EXISTEM DIAGRAMAS DO CIRCUITO ELÉTRICO? ESTÃO DEFINIDAS AS MEDIDAS DE SEGURANÇA À SEREM ADOTADAS PELOS USUÁRIOS? ESTÃO DEFINIDAS AS ESPECIFICAÇÕES E LIMITAÇÕES TÉCNICAS PARA SUA UTILIZAÇÃO COM SEGURANÇA? ESTÃO DESCRITOS OS RISCOS RESULTANTES NO CASO DE ADULTERAÇÃO DOS COMPONENTES/SISTEMAS DE SEGURANÇA E RESULTANTES NO CASO DE UTILIZAÇÃO INADEQUADA DA MÁQUINA? ESTÃO DESCRITOS OS PROCEDIMENTOS PARA A OPERAÇÃO COM SEGURANÇA? ESTÃO DESCRITOS OS PROCEDIMENTOS DE INSPEÇÕES E MANUTENÇÕES E EMERGÊNCIA?	X	
12.130	EXISTEM PROCEDIMENTOS ESPECÍFICOS E DETALHADOS PARA A EXECUÇÃO DAS TAREFAS COM SEGURANÇA?	X	
12.132	OS SERVIÇOS EM MÁQUINAS QUE ENVOLVAM RISCOS DE ACIDENTES DEVEM SER PLANEJADAS EM CONFORMIDADE COM PROCEDIMENTOS DE QUALIDADE E SEGURANÇA SOB SUPERVISÃO DE UM PROFISSIONAL HABILITADO E QUALIFICADO?	X	
12.132.1	AS ATIVIDADES QUE ENVOLVEM RISCOS DE ACIDENTE SÃO EXECUTADAS MEDIANTE ORDEM DE SERVIÇO DETALHADA (DATA; NOME DO RESPONSÁVEL...)?	X	
12.135	A OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO SÃO EXECUTADAS SOMENTE POR PESSOAS QUALIFICADAS E/OU AUTORIZADAS PARA ESTE FIM?	X	
12.136	OS TRABALHADORES RECEBEM CAPACITAÇÃO SOBRE OS RISCOS E MEDIDAS DE PROTEÇÃO?	X	
12.137	OS OPERADOS SÃO MAIORES DE 18 ANOS (EXCETO NA	X	

	FUNÇÃO DE APRENDIZ)?		
12.138	A CAPACITAÇÃO OCORRE ANTES DO OPERADOR ASSUMIR A FUNÇÃO? A CAPACITAÇÃO NÃO TEM CUSTO ALGUM PARA O TRABALHADOR? A CAPACITAÇÃO ATENDE AOS ITENS DO ANEXO II DESTA NORMA?	X	
12.140	OS PROFISSIONAIS POSSUEM QUALIFICAÇÃO OU FORMAÇÃO COMPATÍVEL COM A OPERAÇÃO?	X	
12.141	O PROFISSIONAL QUE SUPERVISIONA A CAPACITAÇÃO É LEGALMENTE HABILITADO?	X	
12.143	EXISTE DOCUMENTAÇÃO FORMAL DE LIBERAÇÃO PARA A UTILIZAÇÃO DA MÁQUINA?	X	
12.148	AS FERRAMENTAS E MATERIAIS UTILIZADOS NAS INTERVENÇÕES EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS SÃO ADEQUADOS ÀS OPERAÇÕES REALIZADAS?	X	
12.149	OS ACESSÓRIOS E FERRAMENTAL UTILIZADOS PELAS MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS SÃO ADEQUADOS ÀS OPERAÇÕES REALIZADAS?	X	
12.150	É CUMPRIDA A PROIBIÇÃO DE PORTAR FERRAMENTAS MANUAIS EM BOLSOS OU LOCAIS NÃO APROPRIADOS A ESSA FINALIDADE?	X	
12.153	É MANTIDO INVENTÁRIO ATUALIZADO DAS MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS COM IDENTIFICAÇÃO POR TIPO, CAPACIDADE, SISTEMAS DE SEGURANÇA E LOCALIZAÇÃO EM PLANTA BAIXA, ELABORADO POR PROFISSIONAL QUALIFICADO OU LEGALMENTE HABILITADO?	X	