

# MÁQUINA DE BLOCO DE CONCRETO: ADEQUAÇÃO A NR 12, ATRAVÉS DA INSTALAÇÃO DE DISPOSITIVOS ELÉTRICOS PARA CONTROLE DE SEGURANÇA

## **Geraldo Motta Azevedo Júnior**

Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ) – RJ – Brasil  
Professor do Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM – RJ – Brasil  
gerald@unisumdoc.com.br

## **Eduardo Guimarães Moriggi**

Graduando em Engenharia Elétrica da UNISUAM, Rio de Janeiro – RJ – Brasil  
eduardomoriggi@gmail.com

## **Priscila Pereira dos Santos**

Graduando em Engenharia Elétrica da UNISUAM, Rio de Janeiro – RJ – Brasil  
prisantos1404@gmail.com

## **Nelson Damieri Gomes**

Mestre em Sistemas de Gestão pela Universidade Federal Fluminense (UFF) – RJ – Brasil  
Professor do Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM – RJ – Brasil  
ndamieri@globo.com

## **RESUMO**

O presente artigo aborda a adequação, sob a ótica da NR-12, de uma máquina de blocos de concreto. Para esta adequação, observa-se a necessidade de uma equipe de técnicos multidisciplinares para propor as soluções necessárias com o intuito de eliminar as não conformidades levantadas. Neste trabalho, a proposta de adequação apresentada contempla tanto os aspectos estruturais quanto as instalações elétricas.

**Palavras-chave:** NR 12; Dispositivos; Segurança; Controle; Projeto; Instalações; CLP.

## **CONCRETE BLOCK MACHINE: ADEQUACY TO NR 12, THROUGH THE INSTALLATION OF ELECTRICAL DEVICES FOR SAFETY CONTROL**

## **ABSTRACT**

This paper discusses the adaptability, from the point of view of NR-12, of a concrete block machine. For this adequacy, it is observed the need of a team of multidisciplinary technicians to propose the necessary solutions with the intention of eliminating the raised nonconformities. In this work, the adequacy proposal presented contemplates both the structural aspects and the electrical installations.

**Keywords:** NR 12; Devices; Safety; Control; Project; Installations; CLP.

## 1 INTRODUÇÃO

Partindo da premissa que o mercado exige cada vez mais um nível de produtividade crescente e que, por conta disso, todos os equipamentos que compõe este processo produtivo, necessitam ser disponíveis e confiáveis, para que as linhas de produção se mantenham ativas, tornam-se importantes as questões de segurança, objetivando a redução de paralizações, muitas delas relacionadas a acidentes de trabalho (LORDSLEEM, 2008). Tal fato pode ser relacionado pela falta de segurança em determinadas máquinas que geram assim risco ao trabalhador que esteja operando a mesma. À luz dessa necessidade, os equipamentos devem atender às normas vigentes, conforme exigência dos órgãos reguladores.

Historicamente, o Brasil enfrenta diversos problemas relacionados aos acidentes de trabalho, tanto que na década de 70 o alarmante número de acidentes fez com que ações fossem tomadas na tentativa de minimizar estes índices (ALVES, 2015). Essas ações proporcionaram a criação e implementação das Normas Regulamentadoras, forçando assim as empresas a se adaptarem.

Quando se trata de indústria, qualquer operação nela realizada pode gerar risco e causar tanto danos materiais quanto humanos. Por isso é de suma importância que toda máquina presente na mesma deva ter proteção adequada, garantindo assim a *integridade do operador*.

Criada pela Portaria 3.214 em 08 de Junho de 1978, a NR-12 têm por definição referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores e estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos de todos os tipos; e ainda a sua fabricação, importação, comercialização, exposição e cessão a qualquer título, em todas as atividades econômicas (PEREIRA, 2015).

Resumidamente a NR-12 se destaca por medidas preventivas de acidentes relativas aos seguintes itens:

- I. Arranjo físico e instalações;*
- II. Instalações e Dispositivos elétricos;*
- III. Dispositivos de partida, acionamento e parada;*
- IV. Sistemas de segurança;*
- V. Dispositivos de parada de emergência;*
- VI. Meios de acesso permanentes;*
- VII. Componentes pressurizados;*
- VIII. Transportadores de materiais;*
- IX. Aspectos ergonômicos;*
- X. Manutenção, inspeção, preparação, ajustes e reparos entre outros.*

Com isso, a NR-12 se propõe a:

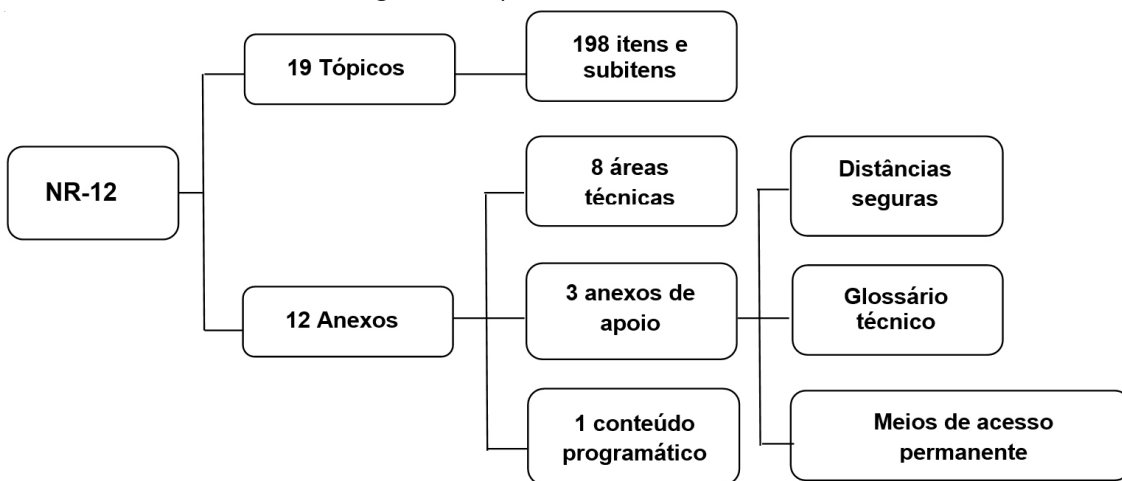
- Diminuição de riscos;
- Evitar prejuízos por máquina parada;
- Evitar custos médicos com acidentados;
- Evitar Processo Cível e Criminal;
- Evitar Interdição e Multa;

A NR em questão tem suporte a partir de outras normas regulamentadoras e normas técnicas ABNT com diferentes focos, tais como:

- *Foco Técnico:* NR-10; NR-11; NR-13; NR-17; NR-23; NR-33
- *Foco Social:* NR-5; NR-7; NR-9
- *Foco Temático:* NR-18; NR-22; NR-31; NR-32; NR-34
- *Normas ABNT:* NBR 14009; NBR 14153; NBR 10152; NBR 5410; NM 213-1;
- M 213-2

A sua estrutura, é apresentada na Figura 1.

Figura 1 – Esquema estrutural da NR 12



Fonte: (Adaptado de Solução Assessoria, 2016)

A NR 12 é uma norma reguladora que tem como premissa básica, a utilização de forma segura das máquinas e equipamentos, desde o projeto, até as fases de construção, transporte, montagem, instalação, manutenção, seja de uma máquina nova ou já em uso, conforme evidenciado na Figura 2. Porém por se tratar de uma máquina, em algum momento pode haver falha e é precisamente nesta hora que dispositivos específicos de segurança devem entrar em ação.

Figura 2 – Etapas para realizar segurança na operação e manutenção de máquinas de acordo com a NR 12



Fonte: (GARCIA, 2016).

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Estudo de caso para adequação de uma máquina de bloco à NR 12

Em uma máquina de fabricação de blocos de concreto e seus periféricos, que não estão em conformidade com a Norma Regulamentadora NR12 serão abordados os pontos mais suscetíveis aos acidentes com risco de amputação ou até morte. Também será apresentado um projeto como proposta para solução dos problemas de NÃO CONFORMIDADE à NR 12 desta máquina. Esse projeto conta com uma análise de equipamentos emergentes no mercado para se decidir o que melhor se adapta à realidade das instalações, e também levando em consideração os custos dos mesmos.

### 2.2 Programa de prevenção de risco em prensas e equipamentos similares (pprps)

O PPRPS é um planejamento estratégico e sequencial das medidas de segurança que devem ser implementadas em prensas e equipamentos similares com o objetivo de garantir proteção adequada à integridade física e à saúde de todos os trabalhadores envolvidos com as diversas formas e etapas de uso das prensas e/ou dos equipamentos similares (PEREIRA, 2015).

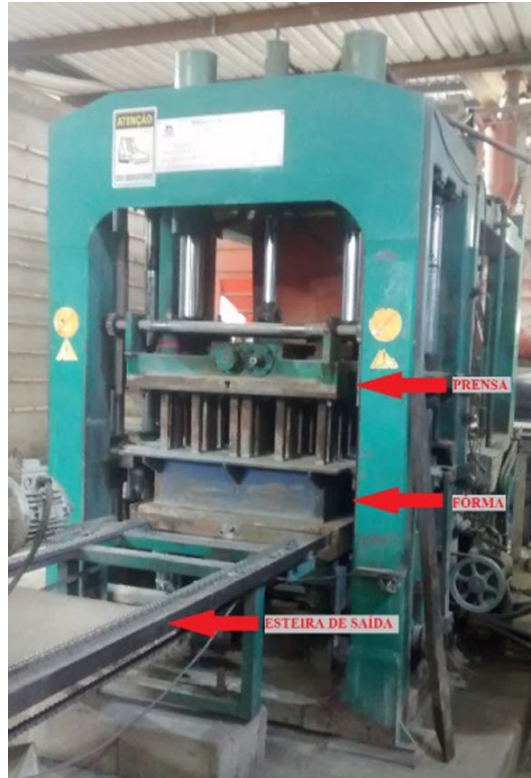
O PPRPS deve ser aplicado nos estabelecimentos que possuam prensas e/ou equipamentos similares, norteando que nenhum trabalhador deve executar as suas atividades expondo-se às zonas de risco desprotegidas, o mesmo é regulamentado pela NR-12 conforme o disposto no anexo VII da NR-12.

Prensas são máquinas utilizadas na conformação e corte de materiais diversos, nas quais o movimento do martelo (punção) é proveniente de um sistema hidráulico ou pneumático (cilindro hidráulico ou pneumático), ou de um sistema mecânico, em que o movimento rotativo se transforma em linear por meio de sistemas de bielas, manivelas, conjunto de alavancas ou fusos.

### 2.3 Aspectos de não conformidade da máquina

A figura 3 fornece uma visão frontal da máquina de blocos, objeto desse estudo de caso. Percebe-se que parte da máquina de blocos que prensa e compacta o material está em total desconformidade com o PPRPS e a NR 12. Não há proteções fixas ou móveis dotadas de intertravamento com chave de segurança na zona de prensagem, aumentando em muito o risco de acidentes.

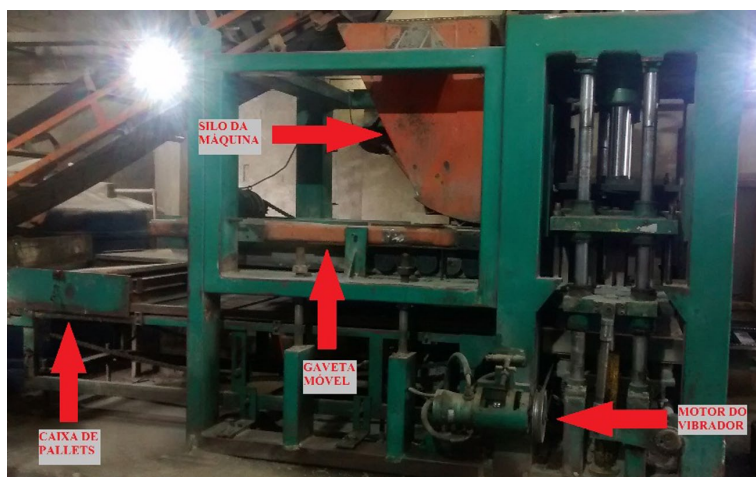
Figura 3 – Vista frontal da máquina de blocos



Fonte: (Autores, 2017).

A Figura 4 mostra na mesma máquina de blocos, por outro ângulo, uma série de partes móveis que, segundo o item 12.85 da NR-12, deveriam estar protegidas por partes - fixas ou móveis - dotadas de intertravamento com chave de segurança, por conta dos riscos que apresentam, em função de acidentes por esmagamento, agarramento ou aprisionamento.

Figura 4 – Vista lateral da máquina de blocos



Fonte: (Autores, 2017).

Na Figura 5 fica evidente que o item 12.85 da NR-12 não está sendo aplicado no que se refere a transportadores e outras partes móveis, onde os mesmos devem ser protegidos por partes fixa ou móvel dotada de intertravamento com chave de segurança. Também não há observância do item 12.91 da NR-12, que diz que os transportadores acessíveis aos trabalhadores devem dispor, ao longo de sua extensão, de dispositivos de parada de emergência, de modo que possam ser acionadas em todas as posições de trabalho.

Figura 5 – Esteira e Empurrador



Fonte: (Autores, 2017).

A Figura 6 mostra a insegurança da área de translação do Finger, que inclui os Elevadores de Carga e Descarga, que também possuem partes mecânicas móveis que necessitam de proteção, como diz o item 12.85 da NR 12. O Finger, por ser um equipamento de grande inércia, não consegue parar instantaneamente e necessita transladar em uma área livre da presença de pessoas. Por isso, esta é uma situação com alto potencial de acidentes por atropelamento.

Figura 6 – Elevador de Carga e Finger



Fonte: (Autores, 2017).



Já na Figura 7, a área de atuação do Skip não está segura e, conforme o item 4.3 do anexo XII da NR-12 fica proibido a movimentação de pessoas em simultaneidade com carga, exceto as ferramentas, equipamentos e materiais para a execução da tarefa acondicionados de forma segura. Observa-se, também, que o Misturador encontra-se em condição insegura devido às suas partes móveis não estarem protegidas e o acesso ao seu interior não possuir uma proteção móvel dotada de intertravamento com chave de segurança, que impediria um eventual acionamento remoto, evitando um acidente grave. Após o reconhecimento da máquina e suas características e de seus periféricos, é possível tratar da adequação da mesma no próximo item.

Figura 7 – Skip e Misturador



Fonte: (Autores, 2017).

## 2.4 Projeto estrutural de melhoria com base na nr-12

Na área de prensagem, que compreende a Fôrma e a Prensa, e na área de movimento da Gaveta Móvel é proposta a instalação de grades móveis com chave de segurança, pois há a necessidade de acesso destas partes com uma frequência alta, devido à manutenção. Como consequência, a máquina estará envolta em grades de proteção atendendo a PPRPS e o item 12.85 da NR-12. Tomando como exemplo a Figura 8 que mostra uma máquina que tem os requisitos para atender o PPRPS e a NR-12.

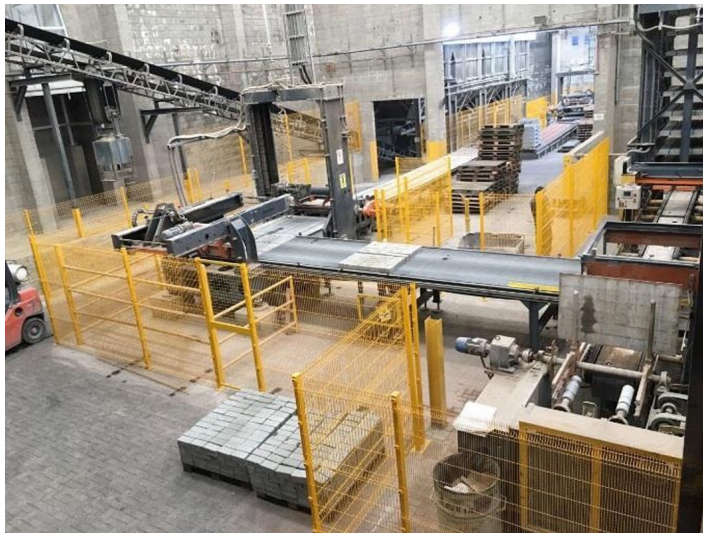
Figura 8 – Máquina Menegotti MBP-7.30



Fonte: (Menegotti, 2017)

Nas áreas que compreendem as Esteiras de Entrada e Saída da máquina, Elevadores, Finger, Central de Agregados, Sistema de cubagem e Sistema de Retorno é proposta a instalação de grades fixas, objetivando a proteção dessas áreas. Propõe-se, também, a instalação de alguns painéis de grades móveis, em forma de portão, monitoradas com chave de segurança para controle de acesso. Com estas ações, o item 12.38 da NR-12 fica atendido, garantindo a proteção dos trabalhadores. A Figura 9 é um exemplo que pode fornecer uma ideia de como fica o layout de uma fábrica com essas grades de proteção.

Figura 9 – Cerceamento de área perigosa



Fonte: (Autores, 2017).

O cerceamento das áreas perigosas será setorizado, ou seja, serão separadas para operarem de forma independente, onde cada setor terá suas portas de acesso monitoradas por controle de acesso. Com isso, é possível realizar uma intervenção apenas em um setor, sem ter que parar os outros setores, não comprometendo o processo produtivo.



## 2.5 Projeto elétrico

A proposta de adequação da Máquina de Blocos de Concreto à NR-12 contempla também as instalações elétricas. Estas deverão ser devidamente alteradas para que funcionem de acordo com o que é determinado pela NR-12.

As alterações nas instalações elétricas resultaram em um novo diagrama elétrico, de forma a atender o item 12.128, alínea “f”, da NR-12; conforme pode ser visto em (MORIGGI, 2017).

### 2.5.1 Dispositivos Elétricos

O dispositivo de segurança utilizado para intertravamento com as proteções móveis foi a chave de segurança TP3-2131A024M da marca EUCHNER, como mostra a Figura 10. Esta chave de segurança contém um solenoide que mantém o dispositivo fechado até que haja a parada definitiva dos equipamentos relacionados ao setor, com isso pode-se evitar danos à máquina causados por desligamentos inesperados (SCHNEIDER, 2011).

Figura 10 – Chave de Segurança



Fonte: (Euchner, 2017).

### 2.5.2 Dispositivos de Partida, Acionamento e Parada de Emergência

Segundo o item 12.37 da NR 12, o circuito elétrico de comando da partida e parada, inclusive de emergência, do motor das máquinas e equipamentos deve ser redundante e atender a uma das seguintes concepções:

- Possuir, no mínimo, dois contatores ligados em série, com contatos mecanicamente ligados ou contatos espelho, monitorados por interface de segurança;
- Utilizar um contator com contatos mecanicamente ligados ou contatos espelho, ligado em série a inversores ou conversores de frequência ou soft-starters que possuam entrada de habilitação e que disponibilize um sinal de falha, monitorados por interface de segurança;
- Utilizar dois contatores com contatos mecanicamente ligados ou contatos

espelho, monitorados por interface de segurança, ligados em série a inversores ou conversores de frequência ou soft-starters que não possuam entrada de habilitação e não disponibilize um sinal de falha;

- Utilizar inversores ou conversores de frequência ou soft-starters que possuam entrada de segurança e atendam aos requisitos da categoria de segurança requerida.

No projeto de adequação da máquina de blocos, há dois casos distintos, a saber:

I. No primeiro caso, o motor do misturador e o motor da Bomba Hidráulica não precisam de controle de velocidade, mas por se tratarem de motores de potência maior que 7,5 CV, necessitam usar um dispositivo que suavize sua partida. Neste caso, será usado o Soft-Start Altistart 22, ATS22D88Q da Schneider, e por se tratar de um dispositivo que não possui uma saída de sinalização de falha, será posto em série a este dois contadores de segurança 100S-D da Allen Bradley, para monitoramento do CLP de segurança.

II. No segundo caso, trata-se dos demais motores da máquina que necessitam de controle de velocidade e torque. Neste caso será utilizado o Inversor de Frequência de Segurança PowerFlex 525 da Allen Bradley, que tem a função de Safe Torque-Off incorporado como um recurso padrão. Tal função consiste na remoção do torque do motor sem desligar o inversor. Isso oferece o benefício de uma partida rápida após uma demanda sobre o sistema de segurança e ajuda a reduzir o desgaste de partidas repetitivas. Tal função o faz atender as especificações da categoria 3 da norma internacional de classificação de risco EN-954-1. Este inversor dispensa a necessidade de usar contadores em série, assim economizando espaço no quadro elétrico e tornando a manutenção mais simples, e o controle de segurança será feito pelo CLP de Segurança.

### 2.5.3 Cabeamento

Todos os dispositivos de intertravamento de segurança e de sinalização serão ligados aos bornes de uma caixa de passagem, que terá a função de interligar a um cabo multivias de (20x1)mm<sup>2</sup> com blindagem para aterramento. Estes cabos serão levados por eletrocalhas aéreas específicas para eles, a fim de evitar interferências eletromagnéticas, até o painel de controle para ligação com as IO do CLP de Segurança.

Os demais cabos, que fazem as ligações dos motores da máquina não precisaram sofrer mudanças, pois os mesmos estão conforme.

### 2.5.4 CLP de Segurança

Segundo a NR12, o CLP de segurança é um equipamento eletrônico (hardware), que utiliza memória programável para armazenar e executar instruções e funções específicas de programa (software), tais como lógica, sequenciamento, temporização, contagem, dentre outras, controlando e monitorando por meio de entradas e saídas de segurança vários tipos de máquinas ou processos. O CLP de segurança deve ter três princípios básicos de funcionamento:

- I. Redundância,
- II. Diversidade e
- III. Autoteste.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi possível demonstrar a importância de se ter uma máquina ou equipamento em conformidade com as normas de segurança vigentes. Dessa forma, o objetivo maior desse trabalho, foi o de analisar a aplicação de sistemas de segurança que mais se adequam a uma máquina de blocos de concreto que se encontrava em não conformidade com a NR12.

Tendo em vista o que foi mencionado anteriormente, conclui-se que há diversos dispositivos elétricos no mercado que apresentam soluções cada vez mais inteligentes e rápidas com relação à instalação. Em um projeto onde são utilizados estes tipos de dispositivos a participação de profissionais das áreas específicas é essencial, devido à necessidade de conhecimento técnico para aplicar todos os recursos cabíveis. Entretanto também um profissional de segurança do trabalho deve participar deste grupo multidisciplinar de profissionais, pois ele é responsável pela segurança aplicada aos trabalhadores para que não sofram nenhum tipo de acidente, à medida que identifica os pontos em que mais há recorrência de acidentes de trabalho.

### REFERÊNCIAS

ABIMAQ. **Manual de Instruções da Norma Regulamentadora NR 12**, 2016.

ALLEN BRADLEY. **Publicação da Rockwell Automation 520-TD001E-PT-E – Dados técnicos de especificação de inversor POWERFLEX**, 2016.

ALVES, Luiz Ferreira. **Trabalho de Conclusão de Curso – Aplicação da norma NR 12 para circuitos de segurança utilizando controladores lógicos programáveis e atuadores pneumáticos**. São Carlos/SP. 2015.

Euchner. Disponível em: <https://www.euchner.de/enus/Products>. Acesso em: 22/04/2017.

GARCIA, Ernani. Instituto de Engenharia – **Aspectos da NR 12 – Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos**. Disponível em <<http://ie.org.br/site/ieadm/arquivos/arqnot9103.pdf>> Acesso em 19/10/2016 às 22h45min.

LORDSLEEM, Júnior. **ENEGEP 2008 –XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. A integração de cadeias produtivas com a abordagem da manufatura sustentável. Blocos de Concreto para Vedação – Estudo da conformidade através de Ensaios Laboratoriais**. Alberto Casado Lordsleem Júnior, Yeda Vieira Póvoas, Rubia Valéria Rodrigues de Sousa e Claudia Flaviana Cavalcante da Silva. 2008.

MENEGOTTI. Disponível em: <http://www.menegotti.net>. Acesso em: 22/04/2017.

MORIGGI, Eduardo e De SANTOS, Priscila. TCC de Bacharelado em Engenharia Elétrica – **Projeto de adequação de uma máquina de bloco de concreto a nr12: Instalação de dispositivos elétricos para controle de segurança.** 2017.

Norma Internacional EN954-1. **Classificação de Risco.** 1997

Norma Internacional IEC 61508-3. **Functional safety of electrical / electronic / programmable electronic safety-related systems. Part 3: Software requirements.** 1997.

Norma regulamentadora 12 – NR12. **Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos.** 2016.

Norma regulamentadora 28 – NR28. **Fiscalização e Penalidades.** 2015.

PEREIRA, Samuel Augusto. **Trabalho de Conclusão de Curso – Adequação de dispositivos de segurança em prensa dobradeira mecânica com base na norma NR 12.** Caxias do Sul /RS. 2015.

PORTAL ALLEN BRADLEY. **CLP de Segurança.** Disponível em: <http://ab.rockwellautomation.com/pt/Programmable-Controllers/GuardPLC-1600-Safety-Controllers>. Acesso em 10/06/2017 – 10h20min.

PORTAL ALLEN BRADLEY. **Contator de Segurança.** Disponível em: <http://ab.rockwellautomation.com/pt/Motor-Control/IEC-Contactors/IEC-Safety-Contactors>. Acesso em 10/06/2017 – 10h15min.

PORTAL DASWELL. **Misturador.** Disponível em [www.pt.daswellmachine.com/concrete-mixer/twin-shaft-concrete-mixer.html](http://www.pt.daswellmachine.com/concrete-mixer/twin-shaft-concrete-mixer.html). Acesso em, 10/06/2017 – 10h10min.

PORTAL EUCHNER. **Chave de Segurança.** Disponível em <<https://www.euchner.de/en-us/Products/Electromechanical-safety-switches-with-guard-locking/Safety-switch-with-guard-locking-and-guard-lock-monitoring-TP/TP3-2131A024M#>> Acesso em 22/04/2017 às 22h34min.

SCHNEIDER, Elmo Ebanês. **Trabalho de Conclusão de Curso – Instalações de dispositivos de segurança para máquinas operatrizes conforme a norma regulamentadora N°12 com ênfase em dispositivos elétricos.** Ijuí/RS. 2011.

Solução Assessoria. Disponível em: <http://m-b-inspecoes.webnode.com>. Acesso em: 16/12/2016.