

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC  
PÓS-GRADUAÇÃO ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO  
TRABALHO**

**MARIANE GOMES MACHADO**

**ANÁLISE DOS RISCOS DE ACIDENTES DE TRABALHO EM INDÚSTRIAS DE  
BLOCOS DE CONCRETO CELULARES AUTOCLAVADOS**

**CRICIÚMA, DEZEMBRO 2012**

**MARIANE GOMES MACHADO**

**ANÁLISE DOS RISCOS DE ACIDENTES DE TRABALHO EM INDÚSTRIAS DE  
BLOCOS DE CONCRETO CELULARES AUTOCLAVADOS**

Monografia apresentada ao Setor de Pós-graduação da Universidade do Extremo Sul Catarinense- UNESC, para a obtenção do título de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho.

Orientador: Prof. Dr. Elidio Angioletto

**CRICIÚMA, DEZEMBRO 2012**

*Dedico este trabalho as minhas afilhadas,  
Isadora e Cecília, fonte de alegria e inspiração.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus que me protege e ilumina.

A toda minha família pelo incentivo aos estudos e pelo amor incondicional.

A todos os meus amigos e colegas feitos durante a Pós-Graduação, onde muitas vezes abdicaram de momentos especiais com suas famílias, visando um crescimento profissional, e a chance de poder trilhar novos caminhos.

Agradeço a todos os professores da Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho da UNESC, que diretamente contribuíram para a minha formação.

O professor Elidio Angioletto, pela orientação na construção deste trabalho, e principalmente pela confiança deposita em mim.

*“Não sou obrigado a vencer, mas tenho o dever de ser verdadeiro. Não sou obrigado a ter sucesso, mas tenho o dever de corresponder à luz que tenho.”*

Abraham Lincoln

## RESUMO

As indústrias de blocos de concreto celulares autoclavados encontram-se em crescimento, visto que produzem materiais com características procuradas pelo mercado, dando maior conforto e segurança a construções civis. Porém, sabe-se que em seu processo produtivo apresentam diferentes riscos de acidentes do trabalho, com proporções também distintas. Portanto, neste trabalho, foi verificado, através da Análise Preliminar de Riscos – APR, os riscos relevantes nas indústrias dos blocos leves, tendo como base o processo produtivo das mesmas. Através de métodos dedutivos os riscos encontrados foram: riscos de queda e deslocamento de materiais; riscos de queda e sufocamento dos trabalhadores; riscos de intoxicação e asfixia; riscos de lesões e esmagamento; risco de contato com material aquecido; risco de fogo; e risco de explosão. Constatou-se que o risco de explosão é o risco de maior severidade, e, portanto necessita de maior controle.

**Palavras-chave:** Riscos, acidentes, trabalhadores.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 01</b> – Composição da cadeia produtiva da construção civil, no ano de 2010.....	13
<b>Figura 02</b> – Classificação geral dos concretos leves ou celulares.....	15
<b>Figura 03</b> – Fluxograma do processo produtivo dos blocos de concretos celulares autoclavados.....	20

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 01</b> – Modelo de formulário para Análise Preliminar de Riscos.....	31
<b>Tabela 02</b> – Categoria de severidade dos cenários utilizados em APR.....	32
<b>Tabela 03</b> – Modelo de formulário para AMFE.....	33
<b>Tabela 04</b> – Categoria de severidade dos riscos de acidentes do trabalho em indústrias de bloco de concreto celular autoclavado.....	43
<b>Tabela 05</b> – Análise preliminar de riscos de queda e deslocamento de materiais em indústrias de blocos de concreto celulares autoclavados.....	44
<b>Tabela 06</b> – Análise preliminar de riscos de queda e sufocamento dos trabalhadores em indústrias de blocos de concreto celulares autoclavados.....	44
<b>Tabela 07</b> – Análise preliminar de riscos de intoxicação e asfixia em indústrias de blocos de concreto celulares autoclavados.....	44
<b>Tabela 08</b> – Análise preliminar de riscos de lesões e esmagamento em indústrias de blocos de concreto celulares autoclavados.....	45
<b>Tabela 09</b> – Análise preliminar de risco de contato com materiais aquecidos em indústrias de blocos de concreto celulares autoclavados.....	45
<b>Tabela 10</b> – Análise preliminar de risco de fogo em indústrias de blocos de concreto celulares autoclavados.....	45
<b>Tabela 11</b> – Análise preliminar de risco de explosão de intoxicação e asfixia em indústrias de blocos de concreto celulares autoclavados.....	46

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAF – Árvore de Análise de Falhas  
ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland  
ABRAMAT – Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção  
AMFE – Análise Modal de Falhas e Efeitos  
APR – Análise Preliminar de Riscos  
BCCA – Bloco de Concreto Celular Autoclavado  
BNDES – Banco Nacional do Desenvolvimento  
CAT – Comunicação de Acidente de Trabalho  
CCA – Concreto Celular Autoclavado  
CIPA – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes  
CNAE - Classificação Nacional de Atividades Econômicas  
DIEESE – Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos  
EPI – Equipamento de Proteção Individual  
GR – Grau de Risco  
INSS - Instituto Nacional do Seguro Social  
IPI – Imposto Sobre Produtos Industrializados  
NR – Norma Regulamentadora  
PAC – Programa de Aceleração do Crescimento  
PCMSO – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional  
PIB – Produto interno bruto  
PMTA – Pressão Máxima de Trabalho Admissível  
PMTP – Pressão Máxima de Trabalho Permitida  
PPRA – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais  
PSI – Programa de Sustentação do Investimento  
SESMT – Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>12</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>13</b>
3.1 SETOR DE CONSTRUÇÃO CIVIL.....	13
3.2 INDÚSTRIAS DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO .....	14
<b>3.2.1 Concreto e Fibrocimento</b> .....	<b>15</b>
3.3 BLOCO DE CONCRETO CELULAR.....	15
3.4 CLASSIFICAÇÃO DOS BLOCOS DE CONCRETO CELULARES .....	15
3.5 CARACTERÍSTICAS DOS BLOCOS DE CONCRETO CELULARES .....	17
3.6 HISTÓRICO DO BLOCO DE CONCRETO CELULAR.....	18
3.7 INDÚSTRIAS DE BLOCOS DE CONCRETO CELULARES AUTOCLAVADOS.....	20
<b>3.7.1 Processo Produtivo dos Blocos de Concreto Celulares Autoclavados</b> ....	<b>20</b>
<b>3.7.2 Normas Regulamentadoras (NR's) Aplicáveis as Indústrias de Blocos de Concreto Celulares Autoclavados</b> .....	<b>23</b>
3.7.2.1 NR-04: Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e Em medicina do Trabalho - SESMT .....	23
3.7.2.2 NR-05: Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA .....	23
3.7.2.3 NR-06: Equipamento de Proteção Individual – EPI.....	24
3.7.2.4 NR-07: Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional – PCMSO ....	24
3.7.2.5 NR-09: Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA .....	24
3.7.2.6 NR-11: Transporte, Movimentação, Armazenamento e Manuseio de Materiais .....	25
3.7.2.7 NR-12: Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos .....	25
3.7.2.8 NR-13: Caldeiras e Vasos de Pressão .....	25
3.7.2.9 NR-14: Fornos.....	27
3.7.2.10 NR-26: Sinalização de Segurança.....	27
3.8 CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS AMBIENTAIS.....	27
3.9 CONCEITO DE ACIDENTE DO TRABALHO .....	28

3.10 CAUSAS DOS ACIDENTES DO TRABALHO.....	29
3.11 COMUNICAÇÃO DE ACIDENTE DO TRABALHO .....	30
3.12 CONSEQÜÊNCIAS DOS ACIDENTES DO TRABALHO .....	30
3.13 ANÁLISE DE RISCOS.....	31
<b>3.13.1 Técnicas de Identificação, Análise e Avaliação de Riscos.....</b>	<b>31</b>
3.13.1.1 Análise Preliminar de Riscos – APR.....	31
3.13.1.2 Análise de Modos de Falha e Efeitos – AMFE .....	32
3.13.1.3 Técnica de Incidentes Críticos .....	33
3.13.1.4 Árvore de Análise de Falhas – AAF.....	34
<b>3.13.2 Investigação e Análise de Acidentes.....</b>	<b>34</b>
<b>4 METODOLOGIA .....</b>	<b>36</b>
4.1 IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS DE ACIDENTE DO TRABALHO NAS INDÚSTRIAS DE BLOCO DE CONCRETO CELULAR AUTOCLAVADO .....	36
4.2 METODOLOGIA DE IMPLANTAÇÃO DAS TÉCNICAS APR E AMFE .....	37
<b>5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS.....</b>	<b>38</b>
5.1 IDENTIFICAÇÃO DE RISCOS DE ACIDENTE DO TRABALHO EM INDÚSTRIAS DE BLOCOS DE CONCRETO CELULARES AUTOCLAVADOS .....	38
<b>5.1.1 Riscos de Queda e Deslocamento de Materiais .....</b>	<b>38</b>
5.1.1.1 Medidas Preventivas .....	38
<b>5.1.2 Riscos de Queda e Sufocamento dos Trabalhadores.....</b>	<b>39</b>
5.1.2.1 Medidas Preventivas .....	39
<b>5.1.3 Riscos de Intoxicação e Asfixia .....</b>	<b>39</b>
5.1.3.1 Medidas Preventivas .....	40
<b>5.1.4 Riscos de Lesões e Esmagamento.....</b>	<b>40</b>
5.1.4.1 Medidas Preventivas .....	40
<b>5.1.5 Risco de Contato com Materiais Aquecidos.....</b>	<b>41</b>
5.1.5.1 Medidas Preventivas .....	41
<b>5.1.6 Risco de Fogo.....</b>	<b>41</b>
5.1.6.1 Medidas Preventivas .....	41
<b>5.1.7 Risco de Explosão .....</b>	<b>42</b>
5.1.7.1 Medidas Preventivas .....	42
5.2 CATEGORIA DE SEVERIDADE .....	43
5.3 APLICAÇÃO DA APR.....	44
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>47</b>

REFERÊNCIAS.....	48
------------------	----

## 1 INTRODUÇÃO

Sabe-se que a construção civil é um setor em grande expansão no Brasil, e com o crescimento vem à necessidade de se buscar novas alternativas para atender um mercado cada vez mais exigente, priorizando construções confortáveis, ambientalmente corretas e seguras.

Conforme Mota (2001) a alvenaria estrutural é um dos sistemas construtivos mais antigos existentes, e vem se modificando ao longo dos anos de acordo com a evolução científica e industrial, buscando um melhor entendimento das propriedades físicas dos materiais utilizados em obra, tornando-se assim, a “indústria da construção civil”.

O concreto celular torna-se uma alternativa de alvenaria estrutural que agrega algumas necessidades do mercado, apresentando características físicas que possibilitam um maior conforto acústico e térmico, além de suas características de resistência ao fogo, peso específico baixo, boa resistência à compressão e boa trabalhabilidade.

A industrialização dos blocos de concreto celulares autoclavados, todavia, apresenta em seu processo produtivo diferentes riscos de acidentes do trabalho, visto que possui um sistema pressurizado que expõe os trabalhadores a riscos eminentes.

Sabe-se que a análise de riscos é uma ferramenta essencial para gestão de qualquer empresa, pois evidencia os riscos associados às atividades inerentes ao seu processo produtivo, portanto, de suma importância para a segurança dos seus trabalhadores e para seu ambiente de trabalho.

Para ajudar na elaboração da análise de riscos existem várias técnicas encontradas em referências bibliográficas, e citadas por diferentes autores, servindo de base para a realização de diversas análises, porém sempre buscando o mesmo objetivo, que é o de assegurar a saúde de cada trabalhador.

Justifica-se, portanto, este estudo que pretende analisar os riscos de acidentes do trabalho de maior relevância para as indústrias de blocos de concreto celulares autoclavados, onde os mesmos serão levantados através do processo produtivo das mesmas, utilizando a técnica de Análise Preliminar de Riscos – APR, cuja finalidade é verificar as causas, as conseqüências e a severidade dos riscos,

para então, poder propor medidas preventivas.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar os Riscos de Acidentes de Trabalho em Indústrias de Blocos de Concreto Celulares Autoclavados.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever o processo produtivo das Indústrias de blocos de concreto celulares autoclavados;
- Analisar as Normas Regulamentadoras – NR aplicáveis às indústrias de blocos de concreto celulares autoclavados;
- Utilizar a técnica APR de análise de risco para identificar os riscos de maior expressão;
- Propor medidas que previnam os riscos de acidentes de trabalho em Indústrias de blocos de concreto celulares autoclavados.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

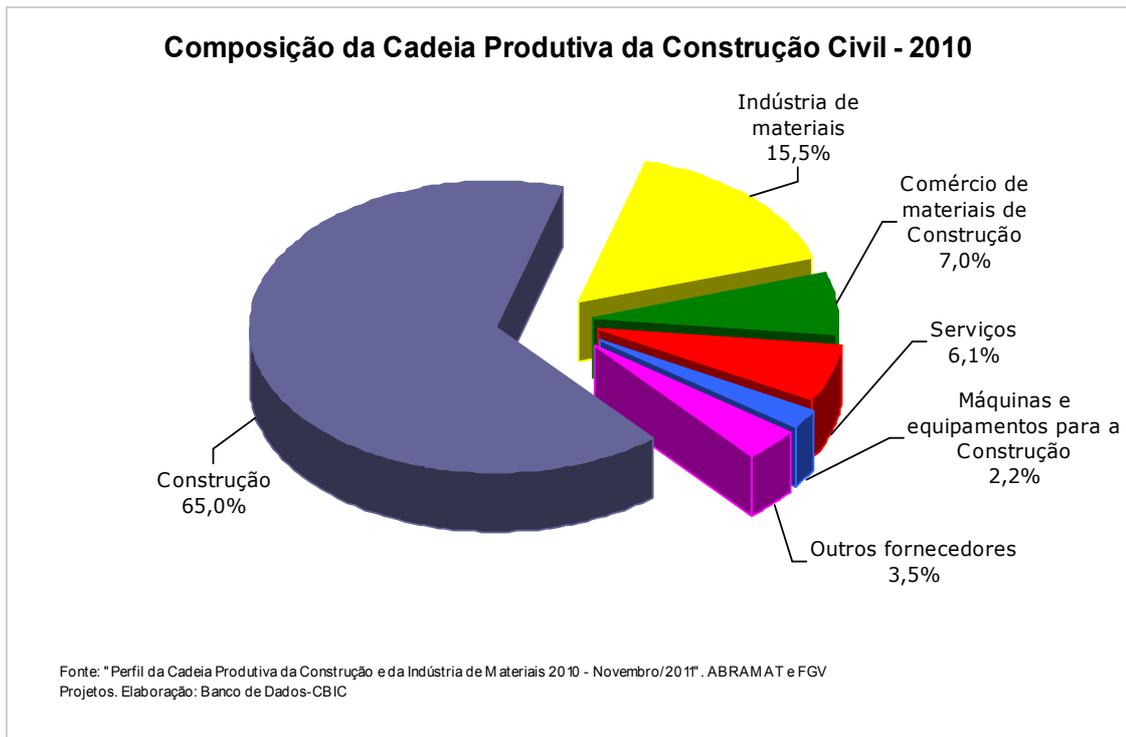
#### 3.1 SETOR DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Conforme Fochezatto & Ghinis (2011) nos últimos anos, mais precisamente, nas duas últimas décadas, a construção civil no Brasil tem seguido uma trajetória de crescimento exponencial, particularmente em termos de produção. Este crescimento pode ser explicado por um conjunto de fatores diretamente relacionados à dinâmica do setor, tais como: o crescimento da renda familiar e do emprego, o aumento do crédito ao consumidor, a maior oferta de crédito imobiliário e a manutenção da redução do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) de diversos insumos da construção.

Para o Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos - DIEESE (2011) à Copa do Mundo de Futebol de 2014 e os jogos Olímpicos no Rio de Janeiro, em 2016, deverão acarretar grandes investimentos ao setor da construção civil. Além disso, espera-se a continuidade no Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), e à confirmação, pelo Ministério da Fazenda, da Terceira etapa do Programa de Sustentação do Investimento (PSI), que irá disponibilizar recursos do Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES) no valor de R\$ 75 bilhões para que as empresas invistam em novas máquinas e equipamentos.

A Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção – ABRAMAT (2012) destaca que em 2011 o valor adicionado pela cadeia produtiva da construção civil somou R\$ 315,3 bilhões, representando 8,9% do Produto Interno Bruto (PIB) do país, sendo responsável pela geração indireta e direta de 12,8 milhões de ocupações, entre empregados (com e sem carteira de trabalho), trabalhadores por conta própria e proprietários.

Na Figura 01 pode ser observada a composição da Cadeia Produtiva da Construção Civil no Brasil, no ano de 2010.



**Figura 01:** Composição da cadeia produtiva da construção civil, no ano de 2010. (Fonte: ABRAMAT, 2012).

### 3.2 INDÚSTRIAS DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

A indústria de materiais para construção tem apresentado crescimento sustentável nos últimos cinco anos. Entre 2005 a 2009, cresceu anualmente cerca de 10%, depois de um período de estagnação de 20 anos (DIEESE, 2011).

O nível de emprego nas indústrias ultrapassou a marca de 772 mil postos de trabalho em 2011, resultando na criação de mais de 31 mil novos postos no mesmo ano. Sendo que os segmentos produtores de materiais são responsáveis por 94,2% da mão de obra, o equivalente a cerca de 728 mil postos, enquanto os produtores de máquinas e equipamentos empregaram 5,8%, representando 45 mil postos de trabalho (ABRAMAT, 2012).

### 3.2.1 Concreto e Fibrocimento

Segundo dados da ABRAMAT (2012) o segmento de concreto e fibrocimento registrou expansão nas vendas, no emprego e na geração de renda em 2011, crescendo 14,6% em frente a 2010.

### 3.3 BLOCO DE CONCRETO CELULAR

O concreto celular é um tipo de concreto leve que resulta da pega de uma mistura composta de aglomerantes e agregados finos, que sofre tratamentos mecânicos, físicos ou químicos destinados a criar na sua massa uma alta porcentagem de poros esféricos, de dimensão regular e milimétrica, uniformemente distribuídos, que permanecem estáveis, incomunicáveis e indeformáveis durante todo o processo, resultando numa massa específica aparente seca superior a  $400 \text{ kg/m}^3$  e inferior a  $1.800 \text{ kg/m}^3$  (FERREIRA, 1986 apud MELO, 2009, p. 15).

Já para a Associação Brasileira de Cimento Portland - ABCP (2002) concreto celular é um material composto por agregados convencionais (areia/pedrisco), cimento, água e minúsculas bolhas de ar distribuídas uniformemente em sua massa, visto que é através dessas bolhas de ar que adquire a propriedade de concreto leve, com massa específica menor que os concretos convencionais.

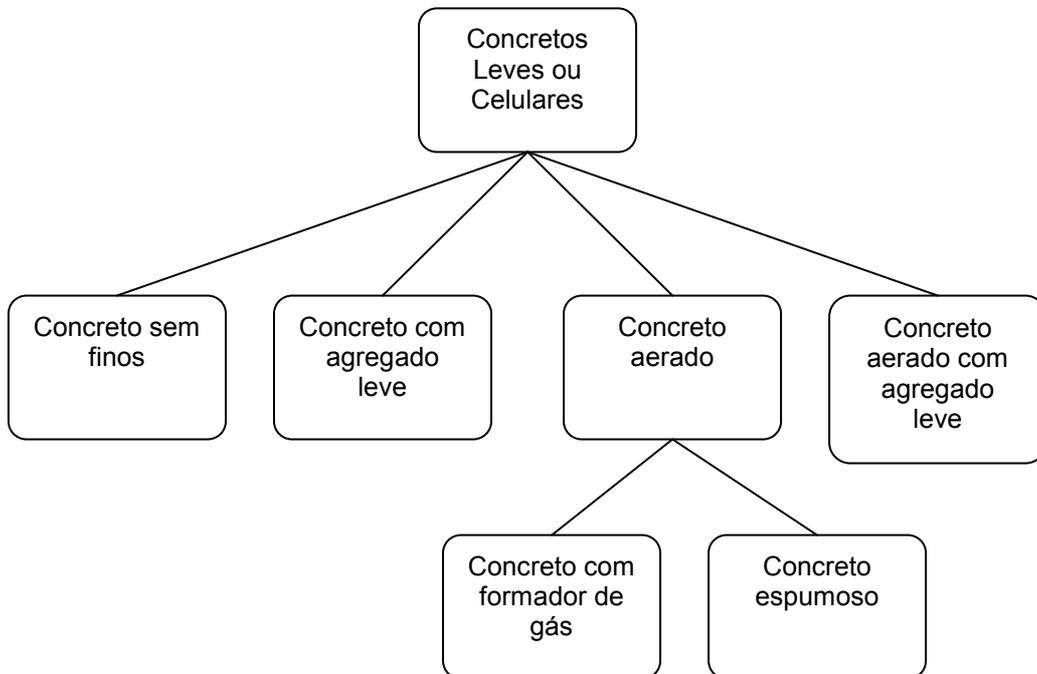
### 3.4 CLASSIFICAÇÃO DOS BLOCOS DE CONCRETO CELULARES

Os concretos leves ou celulares podem ser classificados em quatro tipos básicos de concreto, o concreto sem finos, o concreto com agregado leve, o concreto aerado e o concreto aerado com agregado leve (CEMENT AND CONCRETE ASSOCIATION, 1970 apud MOTA, 2001).

O concreto sem finos é um tipo de concreto leve constituído de cimento, agregado graúdo e água, sendo que se diferencia do concreto convencional, por não apresentar agregado miúdo em sua constituição, conferindo-lhe com isso uma certa porosidade e leveza.

O concreto com agregado leve é formado pela mistura de cimento, agregado miúdo, agregado graúdo leve e água. Neste tipo de concreto leve, a baixa massa específica é determinada pelos vazios existentes no agregado graúdo. O concreto aerado é formado por agregado miúdo, aglomerantes, água e agentes responsáveis pela inclusão de poros na argamassa. No concreto com formador de gás, o agente formador de poros é um produto químico, que ao reagir com os outros componentes da mistura, dá origem a um gás que forma os poros da estrutura celular. No concreto espumoso, os poros da argamassa celular são formados, a partir da introdução na mistura de espuma ou de um produto químico, que através de agitação mecânica da mistura origina a espuma. Os poros da argamassa e a ausência de agregados graúdos conferem ao concreto celular a baixa densidade. O concreto aerado com o agregado leve é um tipo de concreto leve formado por uma estrutura celular semelhante a do concreto aerado, com a adição de agregado leve. A baixa massa específica é conferida tanto pelos poros da estrutura celular, quanto pelos vazios existentes no agregado leve (CEMENT AND CONCRETE ASSOCIATION, 1970 apud MOTA, 2001, p. 41).

A classificação geral dos concretos leves ou celulares pode ser observada na figura 02.



**Figura 02:** Classificação geral dos concretos leves ou celulares. (Fonte: Adaptado de CEMENTE AND CONCRETE ASSOCIATION, 1970 apud MOTA, 2001).

### 3.5 CARACTERÍSTICAS DOS BLOCOS DE CONCRETO CELULARES

De acordo com Désir (2012) a presença de células minúsculas de ar determina a estrutura do concreto celular, podendo o mesmo, ser fabricado com massa volumétrica variando entre 350 e 500 kg/m<sup>3</sup>, enquanto o concreto convencional tem massa em torno de 2.400 kg/m<sup>3</sup>.

As células presentes no concreto leve são de dois tipos: as macrocélulas, tendo diâmetro entre 0,5 e 2 mm e as microcélulas de dimensões capilares (DÉSIR, 2012).

Um concreto celular de 450 kg/m<sup>3</sup> possui aproximadamente 20% de células sólidas, 50% de macrocélulas e 30% de microcélulas capilares. Dessa forma, Désir (2012) destaca que o volume de ar representa 80% do concreto celular

enquanto a massa sólida ocupa somente 20%, um dado importante para a economia e meio ambiente, visto que 1 m<sup>3</sup> de matéria prima produz 5 m<sup>3</sup> de concreto leve.

Désir (2012) destaca que o concreto celular autoclavado possui as seguintes características:

- Peso específico baixo;
- Boa resistência à compressão;
- Potencial elevado como isolante térmico com uma condutibilidade térmica de 0,083 kcal/hm°C e isolamento acústico (37dB para uma parede de 10cm);
- Grande inércia térmica;
- Resistência ao fogo excepcional;
- Impermeabilidade elevada contra vapor, pois a estrutura celular fechada torna lenta a penetração da água no produto;
- Boa trabalhabilidade como material;
- Durabilidade ilimitada.

O bloco de concreto leve representa um material construtivo ecologicamente correto, visto que apresenta as seguintes características (DÉSIR, 2012):

- Sua matéria prima se encontra na natureza em quantidade praticamente ilimitada;
- Sua matéria prima não resulta em emissões nocivas radiativas;
- Sua produção não introduz nem vapores, nem gases tóxicos na atmosfera;
- Os resíduos de fabricação são reutilizados como resíduos inertes.

### 3.6 HISTÓRICO DO BLOCO DE CONCRETO CELULAR

O concreto aerado é um material originário dos países escandinavos (Suécia e Dinamarca), tendo sido desenvolvido primeiramente na Suécia, em 1924. A principal característica deste material, a boa isolamento térmica, adéqua-se

plenamente ao clima existente na região, justificando dessa forma, sua origem (MOTA, 2001).

Conforme Mota (2001) somente após a segunda guerra mundial (1945) que a exploração comercial do concreto aerado começou a se desenvolver em outros países que não os países escandinavos (Suécia e Dinamarca), visto que quando curado à temperatura ambiente ou com temperatura abaixo de 1000 °C, apresentava fissuras nas paredes de alvenaria que eram executadas com este material, além é claro, do alto custo do processo de produção na adoção da cura em autoclave.

Ainda de acordo com Mota (2001) a Alemanha foi o primeiro país, após a Suécia, Dinamarca e antiga União Soviética, a adotar definitivamente o concreto aerado, fato que pode ser explicado pela proximidade com estes países, ou até mesmo pela semelhança no clima.

Para Tezuka (1988 apud MELO, 2009) nos Estados Unidos, os estudos sobre concreto de cimento e polímero foram iniciados em 1952, sendo que a primeira aplicação prática foi na restauração do tabuleiro de concreto da ponte Cheyboygan, Michigan, em 1959, e que ainda hoje apresenta boas condições de utilização.

No Brasil a primeira fábrica de Bloco de Concreto Celular Autoclavado (BCCA) surgiu nos anos 60, denominada de “Pumex”, possuía sócios suecos, porém com o passar do tempo, esta empresa mudou-se para “Siporex”, ainda dirigida por dois suecos. Em 1978 a empresa passou a ser administrada por brasileiros e tornou-se licenciada da empresa Siporex sueca, sob o nome de “Siporex Concreto Celular S.A.”, atuando até os dias atuais na fabricação de blocos e painéis de Concreto Celular Autoclavado (CCA) (MOTA, 2001).

Atualmente o concreto celular está sendo utilizado como isolante acústico, superfície corta fogo, enchimento de lajes com rebaixos, reabilitação de pisos em construções antigas, camadas de regularização de lajes de impermeabilizações, bases de pistas de autoestrada, aeroportos e estradas de ferro, e até como solução alternativa na área geotécnica, substituindo e/ou reforçando solos pobres (LEGATSKI, 1994 apud MELO, 2009).

## 3.7 INDÚSTRIAS DE BLOCOS DE CONCRETO CELULARES AUTOCLAVADOS

### 3.7.1 Processo Produtivo dos Blocos de Concreto Celulares Autoclavados

Conforme Bonotto (2005) o processo produtivo dos blocos de concreto celulares autoclavados inicia-se pela moagem da areia, realizada por um moinho.

Após a moagem da areia, a mesma irá se misturar, mediante o uso de um agitador, com o cimento, a cal, a água e o aditivo adotado pela empresa. A quantidade de cada matéria prima varia de empresa para empresa (BONOTTO, 2005).

A terceira etapa do processo produtivo é a moldagem, onde a massa formada na mistura das matérias primas será colocada em moldes engraxados, e levada até a secagem com objetivo de reduzir o teor de umidade. Durante a etapa da secagem o material expande-se quase duas vezes o seu volume, similar ao processo de fermentação da massa do pão, conferindo ao material baixa densidade. Este processo ocorre devido à reação química do aditivo utilizado no processo, formando milhões de bolhas minúsculas de gás de hidrogênio. A maioria das empresas utiliza como aditivo o pó de alumínio, e a temperatura na secagem fica em torno de 80°C, sendo que o processo dura aproximadamente 4 horas (AZEVEDO, 2011).

Após a secagem da massa leve ocorre o desmolde da mesma, caracterizada pela retirada vertical das paredes da forma na qual a pasta de concreto foi depositada. Para Bonotto (2005) nesta etapa existe a necessidade de um agente desmoldante que evite a adesão entre o metal constituinte das formas com a massa de concreto celular.

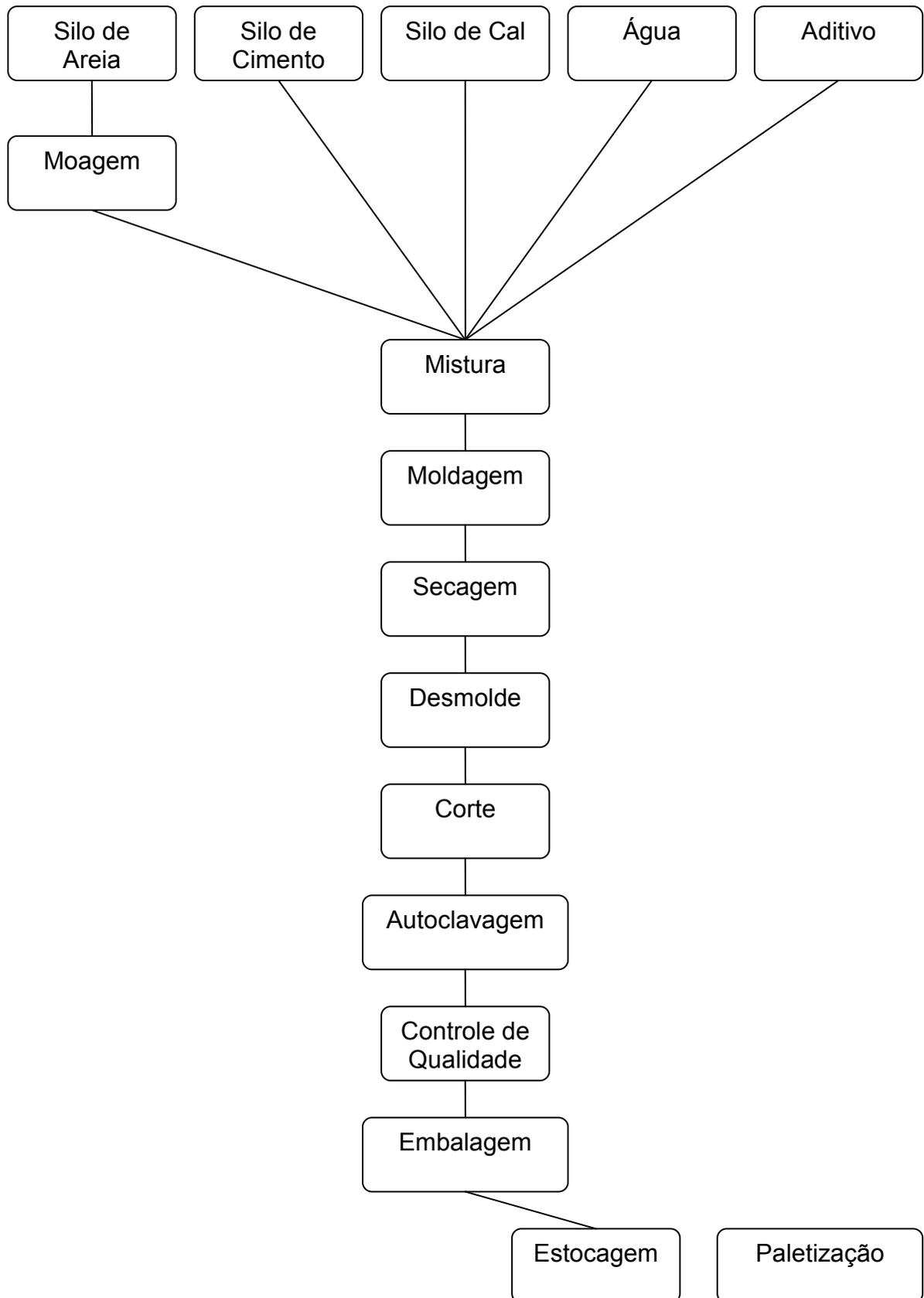
Na sexta etapa do processo produtivo dos blocos de concreto celulares autoclavados é realizado o corte da pasta sólida e estável, sendo que os pedaços são cortados mecanicamente (BONOTTO, 2005).

Conforme Bonotto (2005) para melhorar as características de resistência e retração do concreto é necessário submetê-lo ao processo de autoclavagem, sendo que a temperatura da autoclave varia entre 150 a 160°C, com pressão de 6 a 12 Kgf/cm<sup>2</sup>, com uma duração em torno de 5 horas. Já para Azevedo (2011) à

temperatura usual para o processo pode chegar a 180°C, acelerando a hidratação do concreto leve e proporcionando uma segunda reação química, dando maior força, rigidez, e estabilidade dimensional, tendo o processo uma duração entre 8 e 14 horas.

Após a passagem pela autoclave deve-se realizar um controle de qualidade para garantir a conformidade do produto, realizada essa etapa o produto já pode ser embalado, estocado e paletizado (DÉSIR, 2012).

Na figura 03 pode-se verificar o fluxograma do processo produtivo dos blocos de concretos celulares autoclavados.



**Figura 03:** Fluxograma do processo produtivo dos blocos de concretos celulares autoclavados. (Fonte: Adaptado de BONOTTO, 2005).

### **3.7.2 Normas Regulamentadoras (NR's) Aplicáveis as Indústrias de Blocos de Concreto Celulares Autoclavados**

#### **3.7.2.1 NR-04: Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e Em medicina do Trabalho - SESMT**

Segundo o quadro I da NR-4 da Portaria nº 3.214/78, do Ministério do Trabalho, que aborda sobre a Relação da Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE, com correspondente Grau de Risco – GR para fins de dimensionamento do SESMT, a indústria de fabricação de blocos de concreto celular pertence ao grupo B, ou seja, grupo das Indústrias de Transformação, identificado pelo código 23.30-3 e com a denominação de “Fabricação de artefatos de concreto, cimento, fibrocimento, gesso e materiais semelhantes”, possuindo assim, grau de risco 4, sendo GR máximo da classificação, que vai de 1 a 4.

#### **3.7.2.2 NR-05: Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA**

Conforme a Norma Regulamentadora sobre Comissão Interna de Prevenção de Acidentes, NR-5, item 5.1, da Portaria nº 3.214/78, do Ministério do Trabalho, “a CIPA tem como objetivo a prevenção de acidentes e doenças decorrentes do trabalho, de modo a tornar compatível permanentemente o trabalho com a preservação da vida e a promoção da saúde do trabalhador”.

De acordo com oliveira (2007) a CIPA deve ser organizada em todas as empresas públicas e/ou privadas, sendo mantida em funcionamento em cada estabelecimento uma comissão constituída exclusivamente por empregados.

### 3.7.2.3 NR-06: Equipamento de Proteção Individual – EPI

Segundo a NR-6, item 6.1, da Portaria nº 3.214/78, do Ministério do Trabalho, considera-se EPI todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo colaborador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde do trabalhador.

No item 6.3 da mesma norma é abordado que toda empresa é obrigada a fornecer aos empregados, gratuitamente, EPI adequado ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionando, nas seguintes circunstâncias:

- a) Sempre que as medidas de ordem geral não ofereçam completa proteção contra os riscos de acidentes do trabalho ou de doenças profissionais e do trabalho;
- b) Enquanto as medidas de proteção coletiva estiverem sendo implantadas; e,
- c) Para atender a situações de emergência.

### 3.7.2.4 NR-07: Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional – PCMSO

É obrigatório a elaboração e implementação do PCMSO, por parte de todos empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados, objetivando a promoção e preservação da saúde do conjunto dos seus trabalhadores, como disposto no item 7.1, da NR7, da Portaria nº 3.214/78, do Ministério do Trabalho.

### 3.7.2.5 NR-09: Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA

Segundo a NR-9, item 9.1, da Portaria nº 3.214/78, do Ministério do Trabalho, o PPRA também é um programa obrigatório e deve ser elaborado e implementado, por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados, com o objetivo de preservar a saúde e integridade dos trabalhadores, através da antecipação, reconhecimento, avaliação e

conseqüente controle da ocorrência de riscos ambientais existentes ou que venham existir no ambiente de trabalho, tendo em consideração a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais.

#### 3.7.2.6 NR-11: Transporte, Movimentação, Armazenamento e Manuseio de Materiais

Como aborda o item 11.1, da NR-11, da Portaria nº 3.214/78, do Ministério do Trabalho, a implementação da NR-11 é necessária para manutenção da segurança nas operações de Elevadores, Guindastes, Transportadores industriais e Máquinas Transportadoras.

#### 3.7.2.7 NR-12: Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos

A NR-12 e seus anexos definem referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e integridade física dos colaboradores e estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto de utilização de máquinas e equipamentos de todos os tipos, e ainda à sua fabricação, importação, comercialização, exposição e cessão a qualquer título, como disposto no item 12.1 da NR-12, da Portaria nº 3.214/78, do Ministério do Trabalho.

#### 3.7.2.8 NR-13: Caldeiras e Vasos de Pressão

A NR-13, da Portaria nº 3.214/78, do Ministério do Trabalho, define vasos de pressão como sendo equipamentos que contêm fluidos sob pressão interna ou externa.

Na mesma Portaria mencionada acima é declarado que constitui risco grave e iminente a falta de qualquer um dos seguintes itens:

- a) válvula ou outro dispositivo de segurança com pressão de abertura ajustada em valor igual ou inferior à Pressão Máxima de Trabalho Permitida – PMTP ou Pressão Máxima de Trabalho Admissível - PMTA, instalada diretamente no vaso ou no sistema que o inclui;
- b) dispositivo de segurança contra bloqueio inadvertido da válvula quando esta não estiver instalada diretamente no vaso;
- c) instrumento que indique a pressão de operação.

Quando os vasos de pressão forem instalados em ambientes confinados, a instalação deve satisfazer os seguintes requisitos, conforme a NR-13, da Portaria nº 3.214/78, do Ministério do Trabalho:

- a) dispor de pelo menos 2 (duas) saídas amplas, permanentemente desobstruídas e dispostas em direções distintas;
- b) dispor de acesso fácil e seguro para as atividades de manutenção, operação e inspeção, sendo que, para guardacorpos vazados, os vãos devem ter dimensões que impeçam a queda de pessoas;
- c) dispor de ventilação permanente com entradas de ar que não possam ser bloqueadas;
- d) dispor de iluminação conforme normas oficiais vigentes;
- e) possuir sistema de iluminação de emergência.

Os vasos de pressão são classificados em categorias segundo o tipo de fluido e o potencial de risco, sendo que os fluidos contidos nos vasos de pressão são classificados em Classe “A” (fluidos inflamáveis; combustível com temperatura superior ou igual a 200°C; fluidos tóxicos com limite de tolerância igual ou inferior a 20 ppm; hidrogênio; e acetileno), Classe “B” (fluidos combustíveis com temperatura inferior a 200°C; e fluidos tóxicos com limite de tolerância superior a 20 ppm), Classe “C” (vapor de água; gases asfixiantes simples ou ar comprimido), Classe “D” (água ou outros fluidos não enquadrados nas classes “A”, “B” ou “C”, com temperatura superior a 50°C. Porém quando o fluido se tratar de um mistura, deverá ser considerado para fins de classificação o fluido que apresentar maior risco aos trabalhadores e instalações, considerando-se sua toxicidade, inflamabilidade e concentração, segundo informa a NR-13, da Portaria nº 3.214/78, do Ministério do Trabalho.

Quanto ao potencial de risco, os vasos de pressão são classificados em grupos de potencial de risco em função do produto “PV”, onde “P” é a pressão máxima de operação em MPa e “V”o seu volume geométrico interno em m<sup>3</sup>. O Grupo 1 possui o “PV” maior ou igual a 100, o Grupo 2 possui “PV” menor que 100 e maior ou igual a 30, já o Grupo 3 possui o “PV” menor que 30 e maior ou igual a 2,5,

enquanto o Grupo 4 possui o “PV” menor que 2,5 e maior ou igual a 1, e por último, o Grupo 5 que possui o “PV” menor que 1, conforme a mesma Portaria mencionada a cima.

#### 3.7.2.9 NR-14: Fornos

De acordo com a NR-14, da Portaria nº 3.214/78, do Ministério do Trabalho, os fornos que utilizarem combustíveis gasosos ou líquidos devem ter sistemas de proteção para não ocorrer explosão por falha de chama de aquecimento ou no acionamento do queimador, além de evitar o retrocesso da chama.

#### 3.7.2.10 NR-26: Sinalização de Segurança

Segundo a NR-26, da Portaria nº 3.214/78, do Ministério do Trabalho, devem ser adotadas cores para segurança em estabelecimentos ou locais de trabalho, com o objetivo de advertir sobre os riscos existentes, porém também destaca que a utilização das mesmas não dispensa o emprego de outras formas de prevenção de acidentes.

### 3.8 CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS AMBIENTAIS

Os riscos ambientais podem ser classificados de acordo com a sua natureza e a forma com que atuam no organismo humano, portanto existem agentes físicos, químicos, biológicos, ergonômicos, e mecânicos ou de acidentes (OLIVEIRA, 2009).

Araújo (2012) destaca que os agentes físicos em um ambiente são: ruído; vibrações mecânicas; temperaturas extremas; pressões anormais; radiações ionizantes; e radiações não ionizantes.

Os possíveis agentes químicos em um ambiente são: poeiras; fumos; névoas; neblinas; gases; vapores; e substâncias, compostos ou produtos químicos em geral (ARAÚJO, 2012).

Os agentes biológicos que podem se manifestar em um ambiente, conforme Araújo (2012) são os seguintes: vírus; bactérias; protozoários; fungos; parasitas; e bacilos.

Já os agentes ergonômicos em um ambiente são: esforço físico intenso; levantamento e transporte manual de peso; exigência de postura inadequada; controle rígido de produtividade; imposição de ritmos excessivos; trabalho em turno e noturno; jornada de trabalho prolongada; monotonia e repetitividade; e outras situações causadoras de stress físico e/ou psíquico (ARAÚJO, 2012).

Ainda de acordo com Araújo (2012) os agentes mecânicos ou de acidentes possíveis de se encontrar em um ambiente são os seguintes: arranjo físico inadequado; máquinas e equipamentos sem proteção; ferramentas inadequadas ou defeituosas; iluminação inadequada; eletricidade; probabilidade de incêndio ou explosão; armazenamento inadequado; animais peçonhentos; e outras situações de risco que poderão contribuir para a ocorrência de acidentes.

Oliveira (2009) explica que quanto ao risco ambiental, a ocorrência de acidente depende de sua natureza e intensidade; quanto ao indivíduo, depende de sua suscetibilidade ao agente; e quanto à atividade profissional, depende de suas características, como a duração do processo e o tempo de exposição.

### 3.9 CONCEITO DE ACIDENTE DO TRABALHO

O conceito legal de acidente do trabalho é apresentado a seguir (BRASIL. Lei 8.213, 1991, art. 19):

Acidente do Trabalho é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa, ou ainda, pelo exercício do trabalho dos segurados especiais, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte, a perda ou redução da capacidade para o trabalho, permanente ou temporária.

Já o conceito prevencionista de acidente de trabalho é abordado por Araújo (2012, p.):

Acidente do Trabalho é toda ocorrência não programada, não desejada, que interrompe o andamento normal do trabalho, podendo resultar em danos físicos e/ou funcionais, ou na morte do trabalhador e/ou danos materiais e econômicos à empresa e ao meio ambiente.

### 3.10 CAUSAS DOS ACIDENTES DO TRABALHO

Os Atos Inseguros e as Condições Inseguras são os dois fatores responsáveis pelos acidentes do trabalho, visto que o primeiro relaciona-se com o comportamento dos trabalhadores, e o segundo com as condições ambientais dos locais em que os mesmos exercem suas atividades (ARAÚJO, 2012).

Segundo Araújo (2012, p. 62) “os atos inseguros são caracterizados por ações voluntárias e até mesmo involuntárias por parte dos trabalhadores e independem das condições que o ambiente ofereça”.

Como atos inseguros destacam-se (ARAÚJO, 2012):

- Imprudência.
- Negligência.
- Imperícia.
- Ambiente Social.
- Falta de Treinamento.
- Falta de Aptidão para o Trabalho.
- Excesso de confiança.

Já as condições inseguras podem ser caracterizadas pelas falhas físicas dos ambientes, comprometendo diretamente a segurança do trabalhador. Conforme Araújo (2012) essas condições indesejáveis são geradas por falhas de projetos, erros de instalação, falha ou deficiência de manutenção, falta de ordem e disposição de materiais.

Para que haja segurança no local de trabalho, é necessário antes de tudo eliminar as condições inseguras. Não se podem esperar resultados satisfatórios da prevenção de acidentes só por intermédio do trabalhador, do seu treinamento e da sua educação, quando, em oposição às suas qualidades pessoais, estão às condições inseguras do ambiente (ARAÚJO, 2012, p. 64).

De acordo com Araújo (2012) as condições inseguras que se destacam em um ambiente de trabalho são:

- Falta de proteção em máquinas e equipamentos.
- Proteção defeituosa ou em mau funcionamento.
- Instalações elétricas inadequadas.
- Irregularidades e defeitos no piso.
- Defeitos em escadas e plataformas elevadas.
- Iluminação Inadequada.

### 3.11 COMUNICAÇÃO DE ACIDENTE DO TRABALHO

A comunicação de Acidente de Trabalho (CAT) é obrigatória e prevista pela legislação previdenciária, devendo ser emitida sempre que houver um acidente do trabalho, independentemente da sua gravidade, cabendo à empresa proceder à emissão da CAT e, na ausência desta, a responsabilidade poderá ficar a cargo do próprio acidentado, ou de seus dependentes, ou ainda do sindicato da categoria ou das autoridades, conforme aborda Oliveira (2007). Ressalta-se que apenas o INSS é que pode caracterizar o acidente e/ou doença do trabalho.

### 3.12 CONSEQÜÊNCIAS DOS ACIDENTES DO TRABALHO

Em caso de acidente do trabalho os colaboradores estão assegurados pela Constituição Federal de 1988, em seu art. 7<sup>o</sup>, inciso XXVIII, que prevê o direito ao seguro contra acidentes de trabalho, a cargo de empregador, sem excluir a indenização a que está obrigado, quando incorrer em dolo ou culpa.

Além da Constituição Federal de 1988, a Lei 8.213 de 1991, em seu art. 118, garante o direito à estabilidade provisória acidentária, tendo os colaboradores, a garantia de manutenção no emprego por 12 meses após a alta médica.

### 3.13 ANÁLISE DE RISCOS

A análise de riscos é uma técnica de avaliação de todas as etapas de um determinado processo, a fim de identificar e avaliar os riscos que possam ser gerados, para então poder implementar o controle necessário e, conseqüentemente, realizar o trabalho com segurança (ARAÚJO, 2012).

#### 3.13.1 Técnicas de Identificação, Análise e Avaliação de Riscos

##### 3.13.1.1 Análise Preliminar de Riscos – APR

A análise preliminar de risco é uma técnica que consiste em um estudo que o objetivo é determinar os riscos que poderão estar presentes em uma fase de operação (ARAÚJO, 2012).

Na tabela 01 é possível verificar o modelo de formulário para elaboração de Análise Preliminar de Risco (DE CICCIO; FANTAZZINI, 1994 apud NUNES; SOUZA, 2007).

**Tabela 01** - Modelo de formulário para Análise Preliminar de Riscos

Subsistema:		Projetista:		
Risco	Causas	Efeitos	Categoria do Risco	Medidas Preventivas ou Corretivas

(Fonte: Adaptado de DE CICCIO; FANTAZZINI, 1994 apud NUNES; SOUZA, 2007).

Conforme De Cicco; Fantazzini (1994) apud Nunes; Souza (2007) após a identificação dos cenários de acidentes, os mesmos podem ser classificados de forma qualitativa de acordo com sua severidade, como mostra a tabela 02.

**Tabela 02 - Categoria de severidade dos cenários utilizados em APR**

<b>Categoria</b>	<b>Denominação</b>	<b>Descrição/Características</b>
I	Desprezível	A falha não irá resultar em uma degradação maior do sistema, nem irá produzir danos funcionais ou lesões, ou contribuir com risco ao sistema.
II	Marginal (ou Limítrofe)	A falha irá degradar os sistema em uma certa extensão, porém sem envolver danos maiores ou lesões, podendo ser compensada ou controlada adequadamente.
III	Crítica	A falha irá degradar o sistema causando lesões, danos substanciais, ou irá resultar em um risco inaceitável, necessitando ações corretivas imediatas.
IV	Catastrófica	A falha irá produzir severa degradação do sistema, resultando em sua perda total, lesões ou morte.

(Fonte: Adaptado de DE CICCIO; FANTAZZINI, 1994 apud NUNES; SOUZA, 2007).

Para Nunes; Souza (2007) a classificação qualitativa dos cenários de riscos servirá de parâmetro para as pessoas envolvidas na elaboração da APR a fazerem uma classificação dos riscos, qualificando-os conforme o seu grau de intensidade, sendo que os envolvidos deverão priorizar e propor medidas preventivas com o objetivo de neutralizar os riscos identificados.

### 3.13.1.2 Análise de Modos de Falha e Efeitos – AMFE

A Análise de Modos de Falha e Efeitos (AMFE), também conhecida pela sigla FMEA (*Failure Modes and Effects Analysis*), é uma técnica de análise de riscos de uso geral, detalhada, qualitativa ou quantitativa, visto que permite analisar as maneiras pelas quais um equipamento, componente ou sistema podem falhar. Permite também, estimar as taxas de falhas e os efeitos que poderão advir, e, estabelecer as mudanças que deverão ser feitas para aumentar a probabilidade de que o sistema ou equipamento funcione satisfatoriamente (DE CICCIO; FANTAZZINI, 1994 apud NUNES; SOUZA, 2007).

Os principais objetivos da AMFE são: uma revisão sistemática dos modos de falha de um componente para garantir danos mínimos ao sistema; determinação dos efeitos que tais falhas terão em outros componentes do sistema; determinação dos componentes cujas falhas teriam efeito crítico na operação do sistema (falhas de efeito crítico); cálculo de probabilidade de falha de componentes, montagem e subsistemas, através do uso de componentes com confiabilidade alta, redundâncias no projeto ou ambos (DE CICCIO; FANTAZZINI, 1994 apud NUNES; SOUZA, 2007, p. 59).

Para implantação da AMFE deve-se adotar um formulário, representado na tabela 03, onde serão realizados os registros dos componentes, seus modos de falha, meios de detecção, conseqüências e medidas que poderão ser adotadas para controle de riscos e de emergências (NUNES; SOUZA, 2007).

**Tabela 03** – Modelo de formulário para AMFE

AMFE						Folha N°:
Análise de Modos de Falha e Efeitos						Data:
Empresa:		Sistema:			Elaborada por:	
Componentes	Modos de Falha	Possíveis Efeitos		Categoria de Risco	Métodos de Detecção	Ação de Compensação e Reparos
		Em outros componentes	No Sistema			

(Fonte: Adaptado de DE CICCIO; FANTAZZINI, 1994 apud NUNES; SOUZA, 2007).

### 3.13.1.3 Técnica de Incidentes Críticos

A técnica de incidentes críticos consiste na amostra aleatória de observadores que são selecionados com a finalidade de garantir uma amostra representativa de operações, inseridas nas diferentes categorias de riscos. Araújo (2012) explica que esta técnica funciona através de entrevistas, nas quais o entrevistador interroga os participantes que tenham executado atividades específicas dentro de determinados ambientes, questionando possíveis erros e condições inseguras cometidas ou observadas.

#### 3.13.1.4 Árvore de Análise de Falhas – AAF

A AAF nada mais é que uma abordagem sistemática de um evento muito indesejado, com capacidade para fornecer a probabilidade de ocorrência em estudo e gerar os chamados “conjuntos catastróficos” (ARAÚJO, 2012).

O método da AAF pode ser desenvolvido através dos seguintes passos:

- a) Seleção do evento indesejável ou falha, cuja probabilidade de ocorrência deve ser determinada;
- b) Revisão dos fatores intervenientes, como ambiente, dados de projeto, exigências do sistema, etc., determinando as condições, eventos particulares ou falhas que poderiam contribuir para a ocorrência do evento indesejado;
- c) É preparada uma árvore, através da diagramação dos eventos contribuintes e falhas, de modo sistemático, que irá mostrar o inter-relacionamento entre os mesmos e em relação ao evento topo. O processo se inicia com os eventos que poderiam, diretamente causar tal fato, formando o primeiro nível. À medida que se retrocede passo a passo, as combinações de eventos e falhas contribuintes irão sendo adicionadas. Os diagramas assim preparados são chamados árvore de falhas. O relacionamento entre os eventos é feito através das comportas lógicas;
- d) Através de Álgebra Booleana são desenvolvidas as expressões matemáticas adequadas, representando as entradas das árvores de falhas. Cada comporta lógica tem implícita uma operação matemática e estas podem ser traduzidas em última análise por ações de adição ou multiplicação;
- e) Determinação da probabilidade de falha de cada componente, ou a probabilidade de ocorrência de cada condição ou evento presentes na equação simplificada. Esses dados podem ser obtidos de tabelas específicas, dados dos fabricantes, experiência anterior, comparação com equipamentos similares, ou ainda obtidos experimentalmente para o específico sistema em estudo;
- f) As probabilidades são aplicadas à expressão simplificada, calculando-se a probabilidade de ocorrência do evento indesejável investigado (CICCO & FANTAZZINI, 1994 apud Nunes & Souza, 2007).

#### 3.13.2 Investigação e Análise de Acidentes

Segundo Araújo (2012, p. 165) os fatores de Identificação de acidentes estão expressos a seguir:

I – **Agente do acidente:** é a máquina, o equipamento que se relaciona diretamente com o dano físico que o acidentado sofreu. Assim, uma prensa ou uma furadeira manual podem ser agentes de acidentes.

II – **Fonte de lesão:** é o objeto, o material, a matéria-prima, a substância, a espécie de energia que, entrando em contato com a pessoa, provoca lesão.

III – **Fator pessoal de insegurança:** são as características pessoais que interferem negativamente no trabalho.

IV – **Natureza da lesão:** estabelece o tipo de lesão que sofreu o acidentado.

VI – **Localização da lesão:** o estudo das lesões em função de sua localização pode indicar a existência de determinado fator de insegurança, seja ato inseguro ou condição insegura. A localização da lesão tem, ainda, importância para os efeitos legais decorrentes das normas previdenciárias.

## 4 METODOLOGIA

O trabalho foi baseado em referências bibliográficas, onde foi possível verificar a definição, classificação, características e histórico dos blocos de concreto celulares, com o intuito de mostrar a importância da utilização dos mesmos na construção civil.

Através das Normas Regulamentadoras definidas na Portaria nº 3.214/78 do Ministério do Trabalho puderam-se analisar as Normas Regulamentadoras – NR aplicáveis as indústrias de blocos de concreto celulares autoclavados, definindo assim, as normas “básicas” para garantir a segurança dos colaboradores e do ambiente destas indústrias.

Para aprofundamento dos riscos de acidentes do trabalho procurou-se em referências bibliográficas assuntos complementares aos mesmos, como a classificação dos riscos ambientais, conceito de acidente de trabalho, causas dos acidentes do trabalho, comunicação dos acidentes do trabalho, além é claro, de algumas técnicas de identificação, análise e avaliação de riscos de acidente.

### 4.1 IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS DE ACIDENTE DO TRABALHO NAS INDÚSTRIAS DE BLOCO DE CONCRETO CELULAR AUTOCLAVADO

Para identificação dos riscos de acidente do trabalho nas indústrias de bloco de concreto celular autoclavado buscou-se em uma análise bibliográfica informações sobre o processo produtivo das mesmas, e mediante métodos dedutivos, levantaram-se os riscos de acidentes de maior expressão, predispostos as atividades e suas possíveis medidas preventivas.

Foi adotada como base para dedução dos riscos de acidentes do trabalho, a figura 03, apresentada no referencial teórico, onde a mesma descreve as etapas na produção dos blocos leves autoclavados.

## 4.2 METODOLOGIA DE IMPLANTAÇÃO DAS TÉCNICAS APR E AMFE

Para a implantação da técnica de APR houve primeiramente, a classificação quanto à categoria de severidade dos riscos de acidentes do trabalho levantados, utilizando-se da tabela 02 do referencial teórico. Após a classificação na categoria, os riscos foram analisados pelo modelo de formulário para análise preliminar de riscos, mostrado na tabela 01 do referencial.

## **5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS**

### **5.1 IDENTIFICAÇÃO DE RISCOS DE ACIDENTE DO TRABALHO EM INDÚSTRIAS DE BLOCOS DE CONCRETO CELULARES AUTOCLAVADOS**

Como foi mencionado na metodologia para identificação dos riscos de acidentes do trabalho em indústrias de bloco de concreto celular autoclavado, os riscos apresentados abaixo foram levantados por dedução, seguindo o fluxograma do processo produtivo encontrado em referências bibliográficas.

#### **5.1.1 Riscos de Queda e Deslocamento de Materiais**

Os riscos de queda e deslocamento de materiais é um dos riscos que se apresenta em quase todas as etapas do processo produtivo, ou melhor, nos processos em que ocorrem as atividades de carregar, descarregar e transportar os blocos leves.

As atividades dentro do processo produtivo de indústrias de blocos de concreto celulares autoclavados que apresentam risco de queda e deslocamento de materiais são: secagem, desmolde, corte, autoclavagem, controle de qualidade, estocagem e paletização.

##### **5.1.1.1 Medidas Preventivas**

Com objetivo de prevenir os riscos de queda e deslocamento de materiais recomenda-se a elaboração de um arranjo físico adequado, com espaço suficiente para as máquinas transportadoras realizarem seus serviços com segurança.

Para prevenção deste riscos também é necessário um cuidado a mais dos colaboradores, que muitas vezes pecam pela imprudência e excesso de confiança.

Ministrar treinamento aos operadores dessas máquinas, priorizando o aspecto segurança.

### **5.1.2 Riscos de Queda e Sufocamento dos Trabalhadores**

Os riscos de queda e sufocamento dos trabalhadores estão presentes no carregamento e manutenção dos silos que contem as matérias primas do bloco celular, e é agravada quando o trabalhador entra sozinho no seu interior e sem a presença de cinto de segurança sobre a superfície do material, que aparentemente se encontra firme.

#### **5.1.2.1 Medidas Preventivas**

Para prevenção dos riscos de queda e sufocamento dos trabalhadores é necessário que os mesmos executem a tarefa de manutenção dos silos sempre acompanhados por outro funcionário, jamais sozinhos, e sempre trajados com o cinto de segurança, além de outros EPI's necessários para a execução desta atividade. Deve-se ainda verificar possível presença de gases sufocantes no interior dos silos e ainda verificar a formação de arcos estáveis o que colocaria um adicional de risco de esmagamento.

### **5.1.3 Riscos de Intoxicação e Asfixia**

No processo de secagem é necessária a utilização de um forno, podendo este variar muito de indústria a indústria, porém se o mesmo apresentar em seu funcionamento a geração de monóxido de carbono, gás inodoro e insípido originado por combustão incompleta, acompanhada de um ambiente confinado, geram-se os riscos de intoxicação e asfixia.

#### 5.1.3.1 Medidas Preventivas

Com o objetivo de prevenir os riscos de intoxicação e asfixia, devem ser providenciadas no ambiente de trabalho uma ventilação e umidificação adequadas, e quando necessário, os trabalhadores devem utilizar máscaras de proteção.

#### 5.1.4 Riscos de Lesões e Esmagamento

Os riscos de lesões e esmagamento ocorrem em boa parte do processo produtivo das indústrias do concreto celular autoclavado, visto que os riscos de queda e deslocamento de materiais também ocorrem, ou seja, o primeiro é consequência do segundo.

Porém não é só pelo fato de haver quedas e deslocamento de materiais que haverá os riscos de lesões, devem ser consideradas outras possibilidades, como a utilização de máquinas para a moagem, para o corte, além do forno e da autoclave. O moinho, por exemplo, com as setas giratórias e lentas pode agarrar vestimentas e forçar um braço ou a mão de um trabalhador em uma posição perigosa. Já a máquina que realiza o corte dos blocos celulares pode, através de um descuido do trabalhador, lesar o seu próprio corpo.

##### 5.1.4.1 Medidas Preventivas

Com o intuito de prevenir os riscos de lesões e esmagamento recomenda-se, como mencionado nos riscos de quedas e deslocamento de materiais, a elaboração de um arranjo físico adequado, com espaço suficiente para as máquinas transportadoras realizarem seus serviços com segurança.

Deve-se também assegurar que as máquinas e equipamentos estejam providos de proteção, que as ferramentas sejam as adequadas para o processo, além de um ambiente limpo, ventilado e iluminado.

### **5.1.5 Risco de Contato com Materiais Aquecidos**

Quanto ao risco de contato com materiais aquecidos podemos destacar as fases de secagem e autoclavagem, visto que nestas duas etapas ocorre o aquecimento do concreto celular, e qualquer descuido dos trabalhadores pode acarretar contato com materiais aquecidos.

#### **5.1.5.1 Medidas Preventivas**

Para prevenção do risco de contato com materiais aquecidos, os trabalhadores devem sempre utilizar EPI's, neste caso, luva, bota e roupa adequada.

### **5.1.6 Risco de Fogo**

O risco de fogo está presente na etapa da secagem, com a utilização de forno, visto que os fornos que utilizam combustíveis gasosos ou líquidos podem sofrer com o retrocesso da chama, e que em alguns casos pode acarretar em incêndio.

#### **5.1.6.1 Medidas Preventivas**

Com objetivo de prevenir o risco de fogo na etapa de secagem dos blocos de concreto celulares autoclavados, os fornos devem ser dotados de chaminé, com um dimensionamento adequado, visando à livre saída dos gases queimados.

### 5.1.7 Risco de Explosão

O risco de explosão está presente nas etapas de secagem e autoclavagem, na secagem pela utilização de fornos e na autoclavagem pela utilização da autoclave.

O risco de explosão ocorre principalmente quando a temperatura do forno ficar abaixo de 535°C, visto que acima de 760°C, os gases combustíveis irão queimar antes de criar um perigo de explosão. E como abordado no referencial teórico, no processo produtivo das indústrias de bloco de concreto celular autoclavado, na etapa de secagem a temperatura é inferior a 535°C, ou seja, um dado preocupante para análise deste risco.

Existem outros fatores que agravam o risco de explosão na secagem, como a queda de energia, falha de aquecimento, falta de nitrogênio, falha de chama e baixa pressão interna nos fornos.

Já o risco de explosão na autoclavagem tem como principal motivo a diferença de pressão interna e externa, visto que na autoclave o concreto leve está sujeito a uma pressão muito superior a pressão atmosférica, onde seu potencial de risco vai depender da Pressão Máxima de Operação e seu Volume Geométrico Interno, conhecidos como P.V, e já mencionados no referencial teórico, ou seja, quanto maior o P.V maior será o potencial de risco da autoclave.

#### 5.1.7.1 Medidas Preventivas

Os funcionários que trabalharem diretamente na etapa de secagem e autoclavagem devem possuir um conhecimento básico da atmosfera e seus riscos, além de um treinamento adequado de operação e manutenção de fornos e autoclaves.

## 5.2 CATEGORIA DE SEVERIDADE

Na tabela 04 é possível verificar a classificação dos riscos de acidentes do trabalho levantados, seguindo a categoria de severidade.

**Tabela 04** - Categoria de severidade dos riscos de acidentes do trabalho em indústrias de bloco de concreto celular autoclavado

Riscos	Categoria	Denominação	Características
Riscos de queda e deslocamento de materiais	II	Marginal (ou Limítrofe)	A falha irá degradar os sistema em uma certa extensão, porém sem envolver danos maiores ou lesões, podendo ser compensada ou controlada adequadamente.
Riscos de queda e sufocamento de trabalhadores	III	Crítica	A falha irá degradar o sistema causando lesões, danos substanciais, ou irá resultar em um risco inaceitável, necessitando ações corretivas imediatas.
Riscos de intoxicação e asfixia	II	Marginal (ou Limítrofe)	A falha irá degradar os sistema em uma certa extensão, porém sem envolver danos maiores ou lesões, podendo ser compensada ou controlada adequadamente.
Riscos de lesões e esmagamento	II	Marginal (ou Limítrofe)	A falha irá degradar os sistema em uma certa extensão, porém sem envolver danos maiores ou lesões, podendo ser compensada ou controlada adequadamente.
Risco de contato com materiais aquecidos	II	Marginal (ou Limítrofe)	A falha irá degradar os sistema em uma certa extensão, porém sem envolver danos maiores ou lesões, podendo ser compensada ou controlada adequadamente.
Risco de Incêndio	III	Crítica	A falha irá degradar o sistema causando lesões, danos substanciais, ou irá resultar em um risco inaceitável, necessitando ações corretivas imediatas.
Risco de Explosão	IV	Catastrófica	A falha irá produzir severa degradação do sistema, resultando em sua perda total, lesões ou morte.

(Fonte: MACHADO, 2012).

### 5.3 APLICAÇÃO DA APR

Da tabela 05 até a tabela 11 é possível verificar a Análise Preliminar de Risco – APR das indústrias de blocos de concreto celulares autoclavados.

**Tabela 05** – Análise preliminar de riscos de queda e deslocamento de materiais em indústrias de blocos de concreto celulares autoclavados

Risco	Causas	Efeitos	Categoria do Risco	Medidas Preventivas ou Corretivas
Riscos de queda e deslocamento de materiais	Arranjo físico inadequado; Imprudência de trabalhadores	Acidentes pessoais leves	II	Arranjo físico adequado; maior atenção e treinamento dos trabalhadores.

(Fonte: MACHADO, 2012).

**Tabela 06** – Análise preliminar de riscos de queda e sufocamento dos trabalhadores em indústrias de blocos de concreto celulares autoclavados

Risco	Causas	Efeitos	Categoria do Risco	Medidas Preventivas ou Corretivas
Riscos de queda e sufocamento dos trabalhadores	Manutenção inadequada dos silos das matérias primas	Lesões substâncias e/ou morte	III	O trabalhador deve executar a tarefa de manutenção dos silos sempre acompanhado por outro funcionário, além de estar sempre trajado com o cinto de segurança.

(Fonte: MACHADO, 2012).

**Tabela 07** – Análise preliminar de riscos de intoxicação e asfixia em indústrias de blocos de concreto celulares autoclavados

Risco	Causas	Efeitos	Categoria do Risco	Medidas Preventivas ou Corretivas
Riscos de intoxicação e asfixia	Geração de monóxido de carbono, acompanhada de ambiente confinado	Doenças nas vias respiratórias	II	Ventilação e umidificação adequadas no ambiente de trabalho.

(Fonte: MACHADO, 2012).

**Tabela 08** – Análise preliminar de riscos de lesões e esmagamento em indústrias de blocos de concreto celulares autoclavados

Risco	Causas	Efeitos	Categoria do Risco	Medidas Preventivas ou Corretivas
Riscos de lesões e esmagamento	Quedas e deslocamento de materiais, e utilização de máquinas para a moagem, corte, além do forno e da autoclave	Acidentes pessoais leves e danos aos equipamentos	II	Arranjo físico adequado; maior atenção dos trabalhadores; proteção de máquinas e utilização de EPI's.

(Fonte: MACHADO, 2012).

**Tabela 09** – Análise preliminar de risco de contato com materiais aquecidos em indústrias de blocos de concreto celulares autoclavados

Risco	Causas	Efeitos	Categoria do Risco	Medidas Preventivas ou Corretivas
Risco de contato com materiais	Aquecimento do concreto celular nas etapas de secagem e autoclavagem, acompanhada da distração dos funcionários	Lesões leves	II	Utilização de EPI's adequados; proteção de máquinas

(Fonte: MACHADO, 2012).

**Tabela 10** – Análise preliminar de risco de fogo em indústrias de blocos de concreto celulares autoclavados

Risco	Causas	Efeitos	Categoria do Risco	Medidas Preventivas ou Corretivas
Risco de fogo	Utilização de combustíveis gasosos ou líquidos	A falha irá degradar o sistema causando lesões, substanciais, necessitando ações corretivas imediatas	III	Utilização de chaminés dimensionadas corretamente para a livre saída de gases; e avaliar necessidade de exaustores

(Fonte: MACHADO, 2012).

**Tabela 11** – Análise preliminar de risco de explosão de intoxicação e asfixia em indústrias de blocos de concreto celulares autoclavados

<b>Risco</b>	<b>Causas</b>	<b>Efeitos</b>	<b>Categoria do Risco</b>	<b>Medidas Preventivas ou Corretivas</b>
Risco de explosão	Utilização de combustíveis gasosos ou líquidos; variação de pressão	A falha irá produzir severa degradação do sistema, resultando em sua perda total, lesões ou morte	IV	Manutenção adequada de equipamentos, realizadas por profissionais treinados.

(Fonte: MACHADO, 2012).

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A descrição do processo produtivo das indústrias de blocos de concreto celulares autoclavados, através de referências bibliográficas, é de suma importância para análise dos riscos de acidentes do trabalho, visto que conhecendo cada etapa do processo, foi possível conhecer os equipamentos necessários para a execução dos mesmos, e assim, conhecer os riscos de acidentes do trabalho associados a eles.

Os riscos de acidentes de trabalho associados às indústrias de blocos de concreto celulares autoclavados deduzidos foram: riscos de queda e deslocamento de materiais; riscos de queda e sufocamento dos trabalhadores; riscos de intoxicação e asfixia; riscos de lesões e esmagamento; risco de contato com material aquecido; risco de fogo; e risco de explosão.

A análise das Normas Regulamentadoras – NR aplicáveis as indústrias de blocos de concreto celulares autoclavados mostrou-se essencial para verificar a complexidade da manutenção da segurança dos trabalhadores e do ambiente de trabalho, sendo necessário um aprofundamento ainda maior para prevenir os riscos de acidentes do trabalho.

A utilização da técnica de Análise Preliminar de Riscos – APR foi fundamental para se conhecer a categoria de severidade de cada risco encontrado, além de verificar as causas, conseqüências e medidas preventivas do mesmo.

O risco de explosão foi considerado o risco de maior severidade, ou seja, aquele que merece medidas extremas de prevenção, porém os riscos de queda e sufocamento dos trabalhadores, juntamente com o risco de fogo também merecem um maior cuidado, visto que o primeiro pode acarretar em óbitos, e o segundo pode levar a destruição de parte do processo produtivo das empresas. Já os riscos de queda e deslocamento de materiais, riscos de intoxicação e asfixia, riscos de lesões e esmagamento e risco de contato com material aquecido foram considerados os riscos de menor proporção, onde pequenas medidas preventivas seriam o suficiente para prevenir os mesmos.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Wellington Tavares. **Manual de Segurança do Trabalho**. São Paulo: DLC, 2012. 453 p.

Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção – ABRAMAT. Perfil da Cadeia Produtiva da Construção e da Indústria de Materiais e Equipamentos. **Fundação Getúlio Vargas Projetos**. 2012. 57 p.

AZEVEDO, Márcio Lênin M. . Artigos Técnicos. Concreto Celular Autoclavado. Disponível em:  
<[http://www.ecivilnet.com/artigos/concreto\\_celular\\_autoclavado\\_cca.htm](http://www.ecivilnet.com/artigos/concreto_celular_autoclavado_cca.htm)>.  
Acessado em: 25 de novembro de 2012.

Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP. **Manual Técnico para Implementação – Habitação 1.0. Bairro Saudável. População Saudável**. São Paulo, set. 2002. 88 p.

BONOTTO, Thiago Demetrio. **Otimização do Processo de Fabricação dos Blocos de Concreto Celular Autoclavado**. Criciúma: UNESC, 2005. 46 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia de Materiais, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2005.

BRASIL. Lei 8.213, de 24 de julho de 1991. Dispõe sobre os Planos de Benefícios da Previdência Social e dá outras providências. Brasília D.O.U de 25 de julho de 1991. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L8213cons.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8213cons.htm)>.  
Acessado em: 28 de novembro de 2012.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, Senado, 1988. Disponível em:  
<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)>. Acessado em: 27 de novembro de 2012.

BRASIL. Ministério do Trabalho. Portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978. Aprova as Normas Regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas a Segurança e Medicina do Trabalho. Disponível em:  
<<http://www010.dataprev.gov.br/sislex/paginas/63/mte/1978/3214.htm>>. Acessado em: 15 de novembro de 2012.

Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos – DIEESE. Estudo Setorial da Construção 2011. **Estudos e Pesquisas**, n. 56, abril. 2001. 31 p.

DÉSIR, Jean Marie. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Núcleo de Apoio Pedagógico à Educação a Distância. Engenharias. Alvenaria Estrutural: Blocos Celulares Autoclavados. Disponível em: <<http://thor.sead.ufrgs.br/objetos/alvenaria-estrutural/creditos.php>>. Acessado em: 25 de novembro de 2012.

FOCHEZATTO, Adelar; GHINIS, Cristiano Ponzoni. Determinantes do crescimento da construção civil no Brasil e no Rio Grande do Sul: evidências da análise de dados em painel. **Ensaio FEE**, Porto Alegre, v. 31, Número Especial, p. 648-678, jun. 2011.

MELO, Guilherme Fábio. **Concreto Celular Polimérico: Influência da adição de resíduo de poliéster insaturado termofixo**. Natal: UFRN, 2009. 83 p. Tese (Doutorado) – Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

MOTA, Jacqueline Ávila Ribeiro. **“Influência da Junta Vertical na Resistência à Compressão de Prismas em Alvenaria Estrutural de Blocos de Concreto e Blocos de Concreto Celular Autoclavado”**. Belo Horizonte: UFMG, 2001. 223 p. Dissertação (Pós-Graduação) – Departamento de Engenharia de Estruturas da UFMG, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001.

NUNES, Deise Delfino; SOUZA, Rosilda Maria. **Análise de Riscos nas Atividades de Execução de Formas na Operação com Serra Circular**. Criciúma: UNESC, 2007. 103 p. Monografia (Pós-Graduação) – Curso de Pós Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2007.

OLIVEIRA, Cláudio Antonio. **Manual Prático de Saúde e Segurança do Trabalho: Legislação**. 2. ed. São Caetano do Sul, SP: Yendis Editora, 2012. p. 37-86.

OLIVEIRA, Cláudio Antonio. **Segurança e Saúde no Trabalho: Guia de Prevenção de Riscos**. 1. ed. São Caetano do Sul, SP: Yendis Editora, 2007. 161 p.