

## 1. INTRODUÇÃO

A demanda inicial para o presente estudo ocorreu em meados de 2009, onde o médico do trabalho da empresa expressou seu interesse em conhecer as causas dos atestados médicos e afastamentos por lombalgia dos trabalhadores (operador industrial C) envolvidos na tarefa de limpeza das Torres de Ciclones. Tal circunstância vem sendo motivo de preocupação por parte do Supervisor de Saúde e Segurança no Trabalho – SST: “...*Quando tem negociação coletiva ocorre muita reclamação...*” (Supervisor de SST). O objetivo deste trabalho é compreender o trabalho do referido setor visando, posteriormente, propor soluções que possam eliminar os danos à saúde do trabalhador à partir de uma Análise Ergonômica do Trabalho.

A demanda inicial apresentou-se textualmente da seguinte forma: “*A atividade apresenta muitas queixas de lombalgia e desgaste físico. O trabalho é braçal, pouco valorizado socialmente na empresa*” (Médico do Trabalho).

Associado ao motivo acima, entrou em vigor a nova classificação de riscos e acidentes do trabalho formulados pelo INSS, o Nexo Técnico Epidemiológico Previdenciário. O NTEP vincula automaticamente a patologia ao ramo de atividade da empresa (CNAE), incidindo sobre o Seguro de Acidente de Trabalho (SAT). Tal metodologia aumenta a demanda dos empregadores por procedimentos e soluções de prevenção à saúde do trabalhador. No ramo da empresa em estudo, segundo o NTEP, distúrbios da coluna lombar e dos membros inferiores estarão automaticamente caracterizados como relacionados ao trabalho.

O estudo foi realizado em uma indústria de fabricação de cimento, localizada na região metropolitana de Belo Horizonte. O setor do estudo é a Torre de Ciclones, com 11 operadores industriais C trabalhando em duplas na escala francesa de revezamento. As tarefas dos operadores industriais C são a limpeza das caixas de fumaça na torre de ciclones dos fornos 1 e 2, a limpeza das grelhas dos fornos, a coleta de amostras no 4º estágio dos fornos, a medição dos silos de matérias primas, a limpeza da caixa de resíduo, a limpeza dos maçaricos dos fornos, e a limpeza dos bicos das torres de resfriamento. Além destas tarefas, ocasionalmente, prestam suporte às atividades de manutenção.

As observações abertas iniciaram-se no mês de março de 2010 e o trabalho de campo ocorreu durante todo o ano. Durante esse período procurou-se compreender o trabalho dos operadores industriais e identificar os fatores de risco para adoecimento lombar.

A coleta de dados no setor de Saúde Ocupacional demonstrou, considerando o grupo de trabalhadores em estudo, nos últimos 5 anos, a ocorrência de 3 afastamentos por lombalgia e 1 cirurgia de varizes nos membros inferiores.

Além dos dados de afastamento, ficou evidenciado a questão da exposição ao calor como fator de desgaste dos trabalhadores. “*Há queixas frequentes de calor*” (Técnica de enfermagem do trabalho).

Os trabalhadores do setor identificam como dificuldades no trabalho a exposição a temperaturas elevadas, o manuseio de ferramentas pesadas, as posturas estereotipadas, a fadiga, o risco de queimaduras, o posicionamento das portas localizadas nas torres de ciclones, situadas abaixo do nível do joelho, e a ocorrência dos entupimentos.

Portanto, o estudo dos fatores de risco para lombalgia é fundamental para melhoria das condições de trabalho dos operadores. Surgem as primeiras perguntas: A manutenção prolongada do trabalhador na postura em flexão do tronco (inclinação do tronco para frente) é um determinante para o adoecimento por lombalgia? A adoção da postura em flexão do tronco é determinada pelo layout das torres e de suas respectivas portas? O manuseio de equipamentos pesados, sobrecarga térmica, riscos de acidentes e a organização do trabalho podem atuar como agravantes dos fatores acima expostos?

A partir da análise do adoecimento na empresa, das primeiras observações gerais das atividades dos operadores industriais e das entrevistas com os vários atores sociais, pode-se levantar que os fatores determinantes para lombalgia nos operadores industriais estão relacionados à manutenção prolongada da postura em flexão do tronco (inclinação do tronco para frente) decorrente do layout e posicionamento das portas.

O manuseio de equipamentos que sobrecarregam a coluna lombar, as medidas de segurança que solicitam posturas estereotipadas para minimizar riscos de acidentes

(queimaduras) e a aceleração decorrente da organização do trabalho atuam como agravantes dos fatores acima expostos.

Necessário, portanto, o emprego de métodos e técnicas de estudo para comprovar ou refutar estas hipóteses. No caso de comprovação positiva, devem-se colocar em evidência quais são os fatores determinantes dessa manutenção prolongada de flexão da coluna vertebral. As primeiras impressões que surgem como determinantes são o formato e a altura das portas de limpeza nas torres de ciclones, o volume de trabalho e o constrangimento temporal.

## **2. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS**

A estratégia metodológica adotada privilegiou os princípios da Análise Ergonômica do Trabalho, analisando os fatores biomecânicos a partir de observações das atividades dos trabalhadores em situação real, levando-se em consideração a distinção entre “o que é” estabelecido para os trabalhadores executarem e “como” eles respondem às exigências do trabalho (GUERÍN, 1991). A resposta elaborada pelo trabalhador, ou seja: a atividade, está relacionada com as exigências da produção, portanto, a observação da mesma permite uma melhor compreensão dos efeitos que a organização do trabalho exerce sobre ele (DINIZ, 2004).

Foram envolvidos no processo do estudo, 1 (um) Supervisor de Saúde e Segurança do Trabalho; 1 (um) Médico do Trabalho; 1 (um) Técnico de Segurança do trabalho; 1 (um) Supervisor de Produção – Área dos Fornos; 1 (um) Coordenador de Produção – Campo; 3 (três) Coordenadores de Produção – Painel Central; 1 (um) Técnico de Enfermagem do trabalho; 11 (onze) Operadores Industriais C.

O estudo foi realizado em diferentes dias do mês e da semana, no período de março a dezembro de 2010, perfazendo um total de 30 horas de observação de campo, onde foi acompanhado o trabalho dos operadores industriais C.

Foram utilizados como instrumentos de trabalho, lápis e papel para as anotações; câmera filmadora digital para registrar o trabalho dos operadores industriais C na coleta

de amostra no 4º estágio, na limpeza da câmara de fumaça nas torres de ciclones do forno 1 e 2, na limpeza de grelha dos fornos 1 e 2, na limpeza dos maçaricos do forno 1.

As filmagens buscavam identificar os gestos de ação (modo de realizar as tarefas) e os gestos de comunicação. As cenas do filme foram confrontadas com os operadores. Esse procedimento buscou elucidar junto aos trabalhadores o significado dos gestos documentados em vídeo, tanto do ponto de vista da realização das tarefas quanto do ponto de vista da carga de trabalho, explicitando “o que faz”, “com que finalidade – para quê” e “por quê”. Foram realizadas 10 horas de filmagens em situações reais de trabalho.

As entrevistas foram anotadas em rascunho e posteriormente analisadas, com o objetivo de obter uma visão geral da organização do trabalho, dos problemas enfrentados pelos trabalhadores, da percepção do risco e das respectivas estratégias de defesa utilizadas para a prevenção de acidentes.

Além dos operadores, foram entrevistados os coordenadores e supervisores de produção, o médico do trabalho, supervisor de segurança e saúde ocupacional e a técnica de enfermagem do trabalho.

Estabelecida a hipótese de que as queixas de lombalgia são consequência da postura em flexão do tronco por períodos prolongados, aprofundou-se no funcionamento global da empresa, na tarefa de limpeza das Torres de Ciclones, bem como outras tarefas efetuadas pelos Operadores Industriais C, com o intuito de esclarecer os fatores que causam a adoção desta postura.

A permanência com os trabalhadores por toda sua jornada de trabalho foi necessária para verificar as intercorrências onde são solicitados, bem como outras atividades do cotidiano como: limpeza dos bicos das torres, limpeza da grelha, limpeza do maçarico, coleta de amostra, medição dos silos.

Em resumo, foram observados e auto-confrontados os onze operadores industriais C, que se dividem em duplas nos horários dos turnos, totalizando 50 horas de observações e entrevistas.

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1. Característica dos operadores industriais C**

Os operadores industriais C estão subordinados hierarquicamente à Supervisão de Fornos, uma das subdivisões da Gerência de Produção. Representam 31% do total de trabalhadores na produção, contando com 11 trabalhadores do sexo masculino.

Analisando os dados da faixa etária, observamos um perfil predominantemente jovem dos operadores industriais, com 63,9 % dos trabalhadores com menos de 40 anos de idade. Em relação ao tempo na função, 81,8% da população possui menos de 5 anos trabalhando nesta função. O percentual de trabalhadores com menos de 5 anos (81,8%) na função nos levam a considerar que o cargo apresenta um elevado índice de rotatividade.

Confrontando os dados da idade com antiguidade na função, pode-se concluir que o trabalho do operador industrial C apresenta componentes que são altamente desgastantes fisicamente e pouco tolerados pelos trabalhadores com mais de 40 anos de idade e por longos períodos na mesma função. Entre esses desgastes físicos podem-se apresentar os desgastes musculares e articulares, incluindo aí as lombalgias.

Os componentes que caracterizam o trabalho dos operadores tornando-o pouco tolerado pelos trabalhadores mais idosos ao longo do tempo, devem ser buscados num primeiro momento no funcionamento global da empresa e nas características das tarefas. Essa problemática está diretamente relacionada à demanda, pois as lombalgias podem ser explicadas, apenas em parte, através do perfil da população trabalhadora.

#### **3.2. A indústria cimenteira e a dinâmica do mercado**

Segundo o Sindicato Nacional da Indústria do Cimento (SNIC, 2008), contrariamente ao ocorrido na maioria dos principais países consumidores de cimento que, por conta da crise mundial, tiveram retração em suas demandas, o ano de 2008 apresentou consumo recorde de cimento no Brasil. O crescimento de 14,4% elevou o consumo brasileiro para 51,6 milhões de toneladas, colocando o país como o 5º maior consumidor mundial do

produto. Para suprir esse aumento de demanda, a produção nacional atingiu 52 milhões de toneladas. Como reflexo da expansão das construções imobiliárias, a elevação na demanda do cimento ocorreu em todas as regiões do país, tanto nas capitais quanto no interior.

Esse enorme aumento do consumo de cimento tem exigido da indústria cimenteira trabalhar na capacidade total de produção, exigindo não só dos equipamentos, como também da força de trabalho humana, com aumento das horas extras e maior sobrecarga física e cognitiva, características do trabalho neste setor.

Ainda segundo a SNIC, a indústria do cimento no Brasil possui um parque industrial moderno e opera com altos níveis de eficiência energética quando comparados aos de outros países. Isso ocorre porque 99% do cimento brasileiro é produzido por via seca, processo industrial que garante a diminuição do uso de combustíveis em até 50%.

Essa modernidade relatada pelo SNIC levaria em conta o trabalho humano na indústria cimenteira? Ou somente as características dos equipamentos?

### **3.3. Processo de produção do cimento**

O processo de fabricação de cimento é longo e complexo, envolvendo processos físicos e químicos. As principais matérias-primas são os óxidos de cálcio, de silício, de alumínio e de ferro que são os elementos mais abundantes da crosta terrestre. Utiliza-se, ainda, o gesso, que é o principal responsável pelo retardo do endurecimento após adição de água. Também são utilizados combustíveis como óleo, coque de petróleo, carvão vegetal, carvão mineral, dentre outros (ABCP, 2003).

Basicamente, são 12 etapas para a produção do cimento antes do ensacamento e expedição. Na etapa denominada pré-aquecimento da farinha ou clinquerização, está o setor de trabalho dos operadores industriais C, mais especificamente a tarefa de limpeza das torres de ciclones.

Para melhor compreender a atividade de limpeza das colagens nas torres de ciclones torna-se necessário entender a função das mesmas no processo produtivo.

### 3.4. As Torres de Ciclones

A Torre de Ciclones, local de trabalho dos operadores industriais C, é onde ocorre a fase denominada de pré-aquecimento. A farinha constituída pela mistura das matérias primas, retirada dos silos de homogeneização, passa pelos pré-aquecedores (ou pré-calcinadores). Esses equipamentos aproveitam o calor dos gases provenientes do forno e promovem o aquecimento inicial da farinha.

Os combustíveis mais utilizados para elevar a temperatura (+/- 1400°C) do forno são: óleo, coque de petróleo, carvão vegetal, carvão mineral, ou uma mistura (mix) destes combustíveis em percentuais determinados. Dependendo da composição química deste mix de combustíveis, haverá maior ou menor formação de colagens.

As colagens são as incrustações de material (farinha) nas paredes internas das torres de ciclones, do forno rotativo ou tubulações. O mecanismo de formação das colagens está relacionado às reações químicas ocorridas no interior das torres, mais especificamente na reação dos Álcalis com o  $SO_3$  proveniente da combustão do enxofre presente nos combustíveis e nas matérias primas (FLSMIDTH, 1997).

A presença das colagens no interior das torres dificulta a passagem do material em aquecimento, obstruindo o fluxo em graus variados. A ausência da limpeza nas torres pode resultar no entupimento ou obstrução total, com a parada do forno e do processo produtivo. Levando em consideração o trabalho dos operadores, os entupimentos resultam em aumento da sobrecarga física e dos riscos de acidentes. “*Meu desgaste equivale a 20 dias de serviço quando ocorre entupimento...*” (OP-3).

Na unidade em estudo os entupimentos não são freqüentes, devido ao trabalho de limpeza das torres, preventivo para entupimentos, e ao controle do processo químico pelos supervisores e coordenadores da produção.

As torres possuem altura média de 40 metros de altura, divididas em 4 estágios ou plataformas. Na parte inferior das torres, no local de encontro das torres com o forno rotativo, localizam-se as caixas de fumaça, locais estes de maior incidência de colagens

e ponto de maior demanda da atividade de limpeza. A caixa de fumaça é dividida em dois andares e a parte inferior é chamada de rampa.

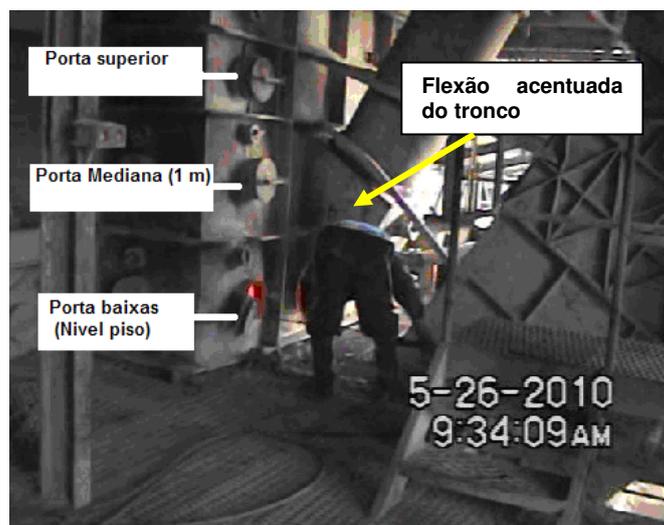
A empresa em estudo possui 2 fornos, portanto, são duas caixas de fumaça, uma no forno 1 e outra no forno 2. As caixas de fumaça dos fornos 1 e 2 possuem características físicas e de processo diferentes, devido ao tempo de instalação e montagem dos fornos.

A caixa de fumaça do forno 1 apresenta plataforma com maior espaço, favorecendo o trabalho, em contrapartida há maior incidência de colagens segundo os operadores. A caixa de fumaça do forno 2 apresenta plataforma com menor espaço, dificultando o manuseio de ferramentas e aumentando as exigências posturais, em contrapartida tem menor incidência de colagens, segundo operadores.

A maior proximidade entre as estruturas na plataforma 2 dificulta o manuseio das ferramentas e aumenta a transferência de calor dos equipamentos para o corpo dos trabalhadores. Em consequência desse fato os trabalhadores adotam posturas estereotipadas para execução das limpezas. As dimensões reduzidas também promovem uma maior proximidade dos trabalhadores às fontes de calor, durante as limpezas e nos períodos de intervalo entre a limpeza de uma porta e outra.

As paredes das torres e das caixas de fumaça possuem portas de acesso ao interior da tubulação. Através dessas portas, ou escotilhas, são realizadas as inspeções visuais e a introdução das ferramentas para desobstrução das colagens. As portas são de material resistente a altas temperaturas e devem impedir a entrada de ar para o interior da tubulação.

As caixas de fumaça do forno 1 e do forno 2 possuem basicamente três níveis de altura das portas. As mais baixas estão próximas ao nível do piso, as medianas possuem aproximadamente 1 metro de altura, e as terceiras têm altura superior à cabeça (figura 1).

**Figura 1****Fotografia representando os 3 níveis de altura das portas**

Como observado na figura acima (figura 7), observamos a adoção da postura de flexão acentuada do tronco ao realizar a limpeza na porta baixa, próxima ao nível do piso. Essa postura estereotipada está diretamente relacionada com a demanda do estudo e as queixas de lombalgia.

### **3.5. A organização do trabalho dos operadores industriais C**

Os operadores industriais C trabalham em duplas, numa escala francesa de revezamento. O horário do turno 1 é das 07:00 horas às 15:30 horas; do turno 2 das 15:00 horas às 23:30 horas e do turno 3 das 23:00 horas às 07:30 da manhã. Eles trabalham dois dias no turno 1, dois dias no turno 2 e dois dias no turno 3, folgando 4 dias consecutivos.

A principal tarefa dos operadores é realizar a limpeza nas torres de ciclones (caixa de fumaça) para prevenir o entupimento das mesmas, ou seja, trabalham para evitar os entupimentos e a conseqüente parada do processo produtivo. É o trabalho com maior relação com a demanda, pois promove maior desgaste físico, exige posturas estereotipadas, conforme aquela mostrada na figura 7, e ocupa grande parte do tempo dos operadores. Por esse motivo será detalhada adiante, no item 3.7 deste estudo.

Além da tarefa de limpeza das torres existem outras tarefas a serem realizadas pelos trabalhadores durante seu turno de trabalho. Essas outras tarefas ocorrem nos intervalos das limpezas das torres, com frequência diária, semanal ou ocasionalmente, como observado no quadro 1.

**Quadro 1**

**Quadro de tarefas que devem ser realizadas pelos Operadores Industriais C**

<b>Tarefa</b>	<b>Frequência</b>	<b>Ocasão</b>	<b>Ferramentas e equipamentos</b>
Limpar as Caixas de Fumaça da Torre de Ciclones dos fornos 1 e 2	Diário	Horários pré-determinados	Alavanca, lava-jato, bomba-woma, cardox
Limpar as grelhas dos fornos 1 e 2	Diário	Intervalo das limpezas nas torres	Enchada
Limpar os maçaricos dos fornos 1 e 2	Diário	Intervalo das limpezas nas torres	Lança d'água
Limpar os bicos das torres de resfriamento	Semanal – turno da tarde	Intervalo das limpezas nas torres	Escova metal e vassoura
Coletar amostra de material no 4º estágio das torres	Diário	Antes das limpezas nas torres	Lança de metal com copo acoplado na extremidade
Limpar as caixas de resíduo MR100	Diário	Intervalo das limpezas nas torres	Lança de metal
Medir os silos de matérias primas	Semanal	Início do turno da tarde	Corda contendo nós de metro em metro
Dar suporte aos setores de manutenção	Ocasional – qdo solicitado	Intervalo das limpezas nas torres	Equipamentos diversos da manutenção
Limpar as curvas dos fornos	Ocasional	Intervalo das limpezas nas torres	Lança d'água

Das tarefas acima, além das limpezas nas torres de ciclones, consideradas de maior relação com a demanda pelas exigências físicas e posturais, devemos também considerar as outras tarefas dos operadores com relativo risco de acometimento lombar. Dentre elas destacamos a tarefa de limpeza das grelhas e a limpeza dos bicos das torres de resfriamento 1 e 2.

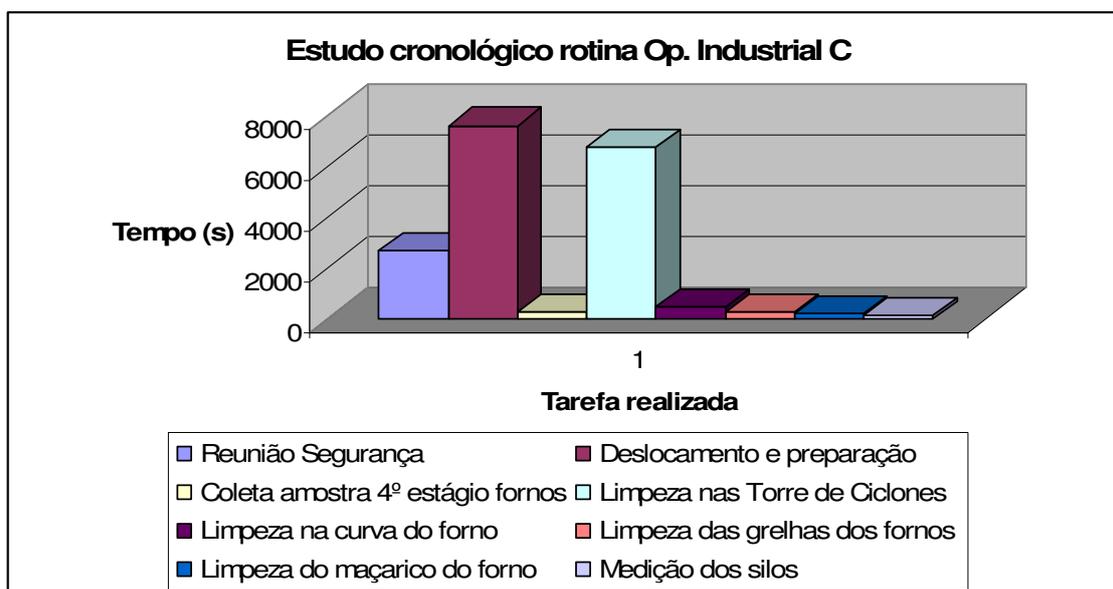
As limpezas das grelhas são atribuições diárias, onde os operadores adotam e mantêm a coluna flexionada repetidas vezes, em diversas angulações e por tempos variados, podendo chegar a períodos superiores à 1 minuto em flexão acentuada da coluna lombar.

A limpeza dos bicos das torres de resfriamentos são tarefas ocasionais, realizadas semanalmente por cada dupla de operadores. Entretanto, o peso das lanças entre 25 kg a 40 kg, associado à localização destas próximas ao piso, demanda a postura de flexão anterior do tronco associado ao levantamento de peso (lanças). Além disso, a ausência de um suporte para as mesmas obriga aos operadores a realização de uma força de carregamento, enquanto limpa os bicos das lanças.

O tempo de realização das tarefas é variável, podendo durar poucos segundos ou passar de alguns minutos. O estudo cronológico de uma jornada típica de trabalho mostra que os operadores gastam aproximadamente 41% do tempo de trabalho com os deslocamentos e a preparação para as tarefas; 37% do tempo gastam na realização das limpezas das torres de ciclones 1 e 2; e 22% do tempo passam na realização das demais tarefas.

**Gráfico 1**

**Levantamento cronológico dos tempos gastos para realização das tarefas pelos Operadores Industriais C, em um dia típico de trabalho**



Pelas dimensões das torres e pelo fato dos deslocamentos para realização das diversas tarefas serem realizados a maior parte em deambulação, subindo e descendo degraus, os trabalhadores têm aumentado seu desgaste físico, por não terem tempo suficiente para recuperação da fadiga física originada na limpeza das torres.

Antes de detalhar a tarefa de limpeza das torres serão descritas as ferramentas e os equipamentos utilizados pelos operadores industriais C, pois têm importante papel na adoção e no tempo de manutenção das posturas pelos operadores.

### **3.6. As ferramentas e equipamentos utilizados pelos operadores industriais C**

Os operadores realizam diversas atividades em sua rotina, em cada uma delas utilizam ferramentas e equipamentos específicos, com características de peso e funcionamento diversos.

Para a limpeza da caixa de fumaça das torres de ciclones os operadores utilizam o lava-jato, a Bomba – Woma e as alavancas de aço ou a lança d'água. Periodicamente utilizam o canhão de ar, ou Cardox (nome de mercado), que promove uma explosão dentro da tubulação da torre descolando todas as colagens das paredes.

O lava-jato é composto por uma bomba d'água, mangueira, gatilho e lança de metal. O trabalhador possui autonomia para sua utilização. Por determinação da gerência é o equipamento de primeira escolha para realizar a limpeza das colagens, por apresentar menor risco de acidentes, devido pressão d'água (até 150 kg/cm<sup>2</sup>), e menor velocidade de esfriamento do forno.

Para os operadores, as características positivas do lava jato são o baixo peso, a menor força de rebote durante acionamento do jato, e não requerem procedimentos burocráticos e de segurança para sua utilização. Em contrapartida é menos eficiente na retirada das colagens de maior rigidez, o que pode resultar aos trabalhadores um maior tempo de exposição ao calor e maior permanência nas posturas estereotipadas.

Nas colagens em que a utilização do lava-jato é ineficaz, a bomba woma é a segunda opção de uso. A bomba Woma é um equipamento de limpeza composto por uma lança de metal de aproximadamente três metros, um gatilho acoplado na lança, uma mangueira de grande extensão conectada no gatilho. Esta mangueira, por sua vez, dirige-se a uma bomba que fica acondicionada em local reservado, andar térreo da torre 2. A bomba possui peso elevado, quando comparada ao lava-jato. “A bomba woma é muito pesada. Eu só uso quando não tem jeito mesmo...” (OP-2).

Para utilização da bomba Woma é necessário preencher o documento padrão onde se especifica os motivos do seu uso e levá-lo ao operador do painel de controle, informando que a tarefa será iniciada seguindo os procedimentos de segurança.

A pressão da bomba para realização das limpezas na caixa de fumaça é 350 kg/cm<sup>2</sup>. Devido a essa elevada pressão, no momento em que se pressiona o gatilho ocorre uma movimentação da ferramenta na direção contrária ao jato de água, ou seja, uma reação de rebote em direção ao operador, podendo causar acidentes e exigindo uma maior realização de força para manuseá-la. *“Quando acionamos o gatilho temos que firmar bem o corpo porque o arranco é forte. Sabe como é... o movimento é curtinho, mas se não firmar dói à coluna...” (OP 1 e 2)*. Por motivo de segurança o equipamento é mantido sempre afastado do corpo. Há o risco eminente do efeito rebote em causar impacto do equipamento contra o operador.

Para neutralizar o efeito rebote durante a utilização da bomba, os operadores necessitam realizar uma maior contração estática (sem que haja movimento) para manter a postura, aumentando a fadiga física e a sobrecarga na coluna dos operadores. Além desse fato, a elevada pressão do jato d'água apresenta risco considerável de amputação e corte de membros dos operadores.

O Cardox é um canhão de gás, de fácil manuseio. Não oferece risco ao trabalhador porque possui um suporte específico de acoplamento e o acionamento é realizado à distância. Atualmente é utilizado com periodicidade de duas vezes por semana, de forma preventiva e em dias pré-definidos de acordo com a gerência. Possui uma pressão de 2000bar, equivalente a uma banana de dinamite, com alto poder de destruição das colagens mais rígidas e baixa exposição dos trabalhadores ao calor. Entretanto, possui alguns aspectos que inviabilizam sua utilização rotineira: Alto custo, burocracia para liberação junto ao exército, risco de danificar as estruturas da torre quando aplicado em local inadequado.

Para auxiliar nas limpezas, os operadores dispõem também de lanças e barras de metal de comprimentos diversos. Nos casos em que o lava-jato não consegue sozinho remover as colagens mais aderidas, e a utilização da bomba woma não é justificada pelo pequeno

tamanho da colagem ou quando a mesma não está funcionando, os operadores selecionam uma dessas ferramentas.

As lanças são mais delgadas, leves e com as pontas em cunha. A escolha por essa ferramenta ocorre quando se tem uma fenda nas colagens ou entre a colagem e as paredes da tubulação. Os operadores introduzem a lança nas fendas para fazer o descolamento do material com movimento de alavanca.

As barras são mais espessas e possuem as pontas planas ou arredondadas. A escolha por essa ferramenta ocorre principalmente quando há colagens extensas e muito aderidas, onde a utilização do lava jato é ineficiente e a bomba woma não está funcionando. As barras também são utilizadas quando há obstrução na boca das portas. O trabalhador pode efetuar até 75 golpes até retirar a colagem.

Por apresentar maior pressão do jato ( $350 \text{ kg/cm}^2$ ), como dito anteriormente, a bomba woma é indicada para as limpezas de incrustações mais rígidas e aderidas. Todavia, nem sempre esse equipamento está disponível, podendo estar danificado ou em mau funcionamento. Nessas ocasiões os trabalhadores utilizam as outras ferramentas, como as barras de metais, para realizar a retirada das incrustações mais rígidas.

Em um dia de observação típico, onde a bomba woma não estava funcionando, foram observados 37 golpes na primeira tentativa de retirada da incrustação em uma porta e 38 na segunda, dentro de um intervalo de 4 minutos.

Comparando o percentual de utilização das ferramentas em datas distintas, observa-se que no dia em que a bomba woma não está funcionando, os tempos de utilização da barra de metal e da lança de metal são muito superiores aos tempos do dia em que a bomba woma está em pleno funcionamento, como observado no quadro 2, abaixo. Este fato gera maior fadiga física aos trabalhadores e maior demanda de tempo nas posturas estereotipadas do tronco.

## Quadro 2

### Quadro comparativo percentual do tempo de utilização das ferramentas em datas diferentes, dia 26/05/10 e dia 02/09/2010

Ferramentas	Percentual (Dia 26/05/2010)	Percentual (Dia 02/09/2010)
Lava jato	66%	20%
Barra Metal	21%	0
Lança Metal	13%	8%
Bomba woma	0	72%

### 3.7. A tarefa de limpar as Torres de Ciclones

A tarefa de limpeza das Torres de Ciclones acontece em todos os três turnos, sendo que os dois operadores do turno são responsáveis por esta tarefa e devem realizá-la sempre em conjunto.

Resumidamente, o trabalhador realiza a abertura das portas de acesso ao interior da torre, inspeciona visualmente a existência de colagens, introduz a lança do lava-jato dentro da torre e realiza o jateamento de água para remoção das colagens nas paredes.

Antes de iniciar, os operadores devem comunicar ao painel de controle, via rádio, que a tarefa será iniciada. Segundo o procedimento operacional, o início da tarefa deve ocorrer na plataforma inferior (rampa) da caixa de fumaça e em seguida na plataforma superior. Esse procedimento é feito para desobstruir a passagem para as colagens situadas inferiormente, liberando caminho para as colagens retiradas das portas superiores e evitar maiores entupimentos e alterações na temperatura do forno.

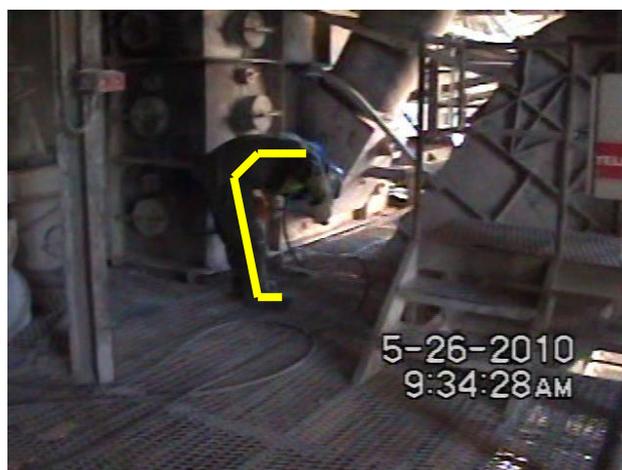
As ferramentas para realização desta tarefa, já detalhadas no item 3.6 deste estudo, são as alavancas, a lança d'água, o lava-jato, a bomba woma e o cardox. A prescrição é que se utilize como primeira escolha para limpeza o lava-jato. Se o lava-jato não for suficiente o operador realiza o procedimento para utilizar a bomba woma, como detalhado no item das ferramentas e equipamentos. Repete o procedimento nas várias bocas existentes na torre. Para alcançar as diversas bocas, torna-se necessário o deslocamento do operador entre os níveis das torres.

Para manuseio do lava-jato, bomba woma, lança de metal e lança d'água os operadores realizam movimentos em diversas angulações com os ombros. Os joelhos variam entre completamente flexionados a totalmente estendidos, e o tronco fica em alguns poucos momentos na postura ereta e grande parte do tempo flexionado anteriormente em graus variados de flexão.

Quando a limpeza é realizada nas portas localizadas próximo ao nível do piso da plataforma, o operador permanece longos períodos com a coluna completamente flexionada anteriormente, conforme mostrado na figura 2 abaixo, ou na postura de cócoras (agachamento).

Nas verbalizações dos operadores foi constatado que as dificuldades dos trabalhadores são maiores em relação a essas portas mais baixas, que demandam posturas estereotipadas, ou seja, extremos de inclinação do tronco anteriormente. *“Nossas dificuldades posturais estão relacionadas ao peso das alavancas e posição das portas muito baixas...” (OP-4).*

**Figura 2**  
**Fotografia do operador realizando limpeza**  
**na porta baixa ao nível da plataforma**

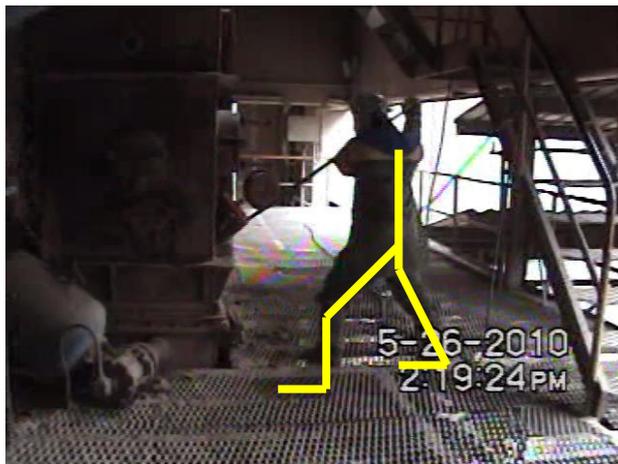


Quando o operador realiza a limpeza nas portas de altura mediana (70 centímetros a 1 metro), que possuem a abertura com inclinação de 45° para cima em relação ao piso, a postura do tronco fica ereta e os joelhos levemente flexionados. Esta é a posição de menor sobrecarga articular para os joelhos, coluna lombar e cervical, como demonstrado na figura 3 abaixo.

Entretanto, essas portas dificultam o apoio da ferramenta em suas bordas, conseqüentemente aumentam a necessidade de sustentação do peso da ferramenta pelo operador, o que implica em maior fadiga física e sobrecarga muscular nos braços e tronco dos operadores.

**Figura 3**

**Fotografia do operador realizando limpeza na porta de altura mediana e inclinação 45°**



Na limpeza das portas de altura mediana (70 cm a 1 metro) que apresentam abertura horizontal, quando o operador necessitar realizar uma intervenção com a alavanca para cima, ele adota a postura de cócoras prolongada resultando em sobrecarga articular para os joelhos.

A visualização do interior da tubulação é indispensável para os trabalhadores avaliarem o tamanho da colagem e sua localização. Nas portas de altura superior e nas mais baixas (próximas ao piso sem a inclinação de 45° para cima) a visualização fica prejudicada, demandando dos operadores a adoção e a manutenção de posturas estereotipadas do tronco e membros inferiores (agachamento) para observar o interior dos equipamentos. Esse fato aumenta o risco de acometimento lombar e a sobrecarga articular nos joelhos, tornozelos e quadris.

Na limpeza das portas ao nível da cabeça ou acima, o operador realiza extensão da cervical e tronco, os joelhos ficam em postura neutra e os ombros em elevação prolongada, resultando em fadiga muscular e sobrecarga articular para os ombros e região cervical, como observado na figura 4.

As verbalizações dos trabalhadores confirmam que portas superiores também promovem posturas estereotipadas (extremos de elevação dos ombros e inclinação posterior da cabeça e tronco). “Essa porta é muito alta, dificulta a visão e o manuseio da ferramenta” (OP 1).

**Figura 4**

**Fotografia do operador realizando limpeza na porta acima do nível da cabeça**



O ritmo de trabalho varia diariamente, de acordo com a maior ou menor formação de colagens nas torres. O tempo fixado pelo procedimento de segurança, para realizar a limpeza em cada nível das torres (caixa de fumaça) é de 20 minutos. Na análise do trabalho, entretanto, observou-se variações importantes, oscilando de 15 minutos a mais de 35 minutos.

A variação nos tempos de limpeza pode estar relacionada à extensão e rigidez das colagens, que variam principalmente de acordo com a composição química das matérias-primas. As condições de manutenção dos equipamentos de limpeza como os lava-jatos e a bomba woma, que podem apresentar baixa pressão, falhas ou não estar em perfeitas condições de uso, também podem resultar no atraso e aumento do tempo de realização das limpezas.

Quanto maior o tempo na atividade de limpeza, maior será a exposição do trabalhador à sobrecarga térmica e às posturas estereotipadas do tronco e membros inferiores, apresentando agravamento dos riscos de acometimento lombar e fadiga térmica.

### **3.8. Observações sistemáticas da atividade dos Operadores Industriais C**

Nesta etapa, além de observar as operações necessárias à execução das tarefas reconhecendo as posturas adotadas, verificou-se também as diferenças entre o trabalho prescrito e o real, bem como as influências nas estratégias adotadas para suprir as exigências do trabalho e suas correlações com a demanda.

#### *3.8.1. Um dia de trabalho do operador industrial C*

Foi observado o dia de trabalho de um operador industrial C, do sexo masculino de 42 anos de idade, há mais de 2 anos nessa atividade, sem queixas álgicas. Observou-se fatores como sobrecarga física, exigências posturais, riscos de acidentes, organização do trabalho, layout das plataformas, os tipos de portas, manuseio de equipamentos, modos operatórios.

#### *3.8.2. Crônica da atividade*

Na data em análise, foram realizadas 4 limpezas nas torres de ciclones. Sendo duas no período da manhã e duas no período da tarde. O funcionário iniciou a primeira limpeza da torre 2 às 9h e 17 min. sendo gasto nesta tarefa 36 min. Após esta limpeza o trabalhador coletou a amostra do forno 1, introduzindo o recipiente (copo) no ponto de coleta, mantendo o tronco totalmente flexionado. O mesmo funcionário deslocou-se pelas plataformas até a torre 1 e iniciou a tarefa de limpeza às 10h 11 min. finalizando às 10h 36min, totalizando 25 minutos. A tarefa de limpeza nas duas torres durou aproximadamente 1h.

Finalizando o período da manhã o trabalhador realizou as outras tarefas complementares, dentre elas, a limpeza de grelha, a coleta de amostra no 4º estágio e a limpeza do maçarico do forno.

A grelha fica localizada na parte inferior do forno. Neste local ocorre o acúmulo de resíduos que formam pedras de tamanhos diversos, devendo as mesmas ser retiradas do local. Ao lado da grelha ficam armazenadas duas enchadas com cabos de diferentes tamanhos variando entre 1,5 e 2 m. O trabalhador escolheu a ferramenta e iniciou a

limpeza do piso. Em seguida abriu uma das portas da grelha (são duas portas) com a enxada e iniciou a retirada das pedras. A porta fica posicionada na altura do abdômen do trabalhador. As pedras, visualmente, são grandes e pesadas, podendo acarretar sobrecarga física ao trabalhador. *“Tenho que quebrar a pedra dentro do forno batendo a enxada e depois puxar pra fora. Quando as pedras são grandes iguais essas aí... cansa demais... a enxada também não ajuda... olha o peso?...”* (OP-3).

O tempo médio gasto para execução dessa tarefa variou entre 2 a 5 minutos dependendo da quantidade e tamanho das pedras. O trabalhador repete a tarefa na segunda porta e caminha até o outro forno levando a enxada. *“A outra enxada é pesada demais... eu prefiro carregar esta até o outro forno...”* (OP-3).

Terminada a limpeza da grelha o operador subiu os degraus até a plataforma de acesso ao maçarico do forno 2. A função do maçarico é fornecer calor ao forno. Rotineiramente caem resíduos de matéria-prima sobre o maçarico, podendo causar sua obstrução e conseqüente diminuição de calor para o forno.

O trabalhador abriu a portinhola, na altura dos ombros, e inspecionou visualmente a existência de acúmulo de resíduo sobre o maçarico. O acúmulo de material é variável, podendo a camada de resíduo atingir até 1 metro de altura. Após a inspeção visual o operador introduziu a lança d'água (tubo de metal com aproximadamente 8 metros de comprimento tendo uma mangueira d'água acoplada) para limpar o resíduo.

Observou-se que a lança empenava freqüentemente devido à temperatura do forno, e para realizar a limpeza o operador necessitava desempenar a lança, retardando suas atividades. *“A lança estava muito torta... estava amolecendo lá dentro do forno... o calor é demais... este material não agüenta... hoje foi difícil”* (OP-3).

Para a limpeza total dos resíduos o trabalhador efetuou vários movimentos com a lança d'água, para frente e para trás. O trabalhador passou mais de 5 minutos exposto a temperaturas elevadas, realizando movimentos de flexão e extensão do tronco e dos ombros com intuito de bater a lança contra o resíduo.

A tarefa de coletar amostra é realizada todos os dias nas torres 1 e 2. O trabalhador apanhou as 4 canecas já numeradas de acordo com o local a ser coletado, sendo duas amostras por torre. Subiu as escadas até chegar ao ponto inicial de coleta (torre 2). Avisou ao painel de controle sobre o procedimento a ser realizado e posteriormente fechou a bomba de ar.

Para introdução do recipiente de coleta, o operador realizou a abertura da boca do forno que se encontra a aproximadamente 20 centímetros do piso na postura de flexão do tronco. Com auxílio de uma ferramenta de metal medindo aproximadamente 1 metro (haste de metal que segura a caneca) introduziu a caneca dentro do forno. Retirou a caneca cheia de amostra e fechou a boca do forno. O trabalhador repetiu a tarefa na outra boca. Terminando as coletas, abriu a bomba de ar e avisou ao painel de controle que havia finalizado as coletas.

Após as coletas na torre 2, o trabalhador caminhou entre as plataformas até chegar à torre 1 onde realizou atividade de coleta das amostras na torre 1. O registro de ar na torre 1 localiza-se no andar de baixo causando atrasos. A altura da boca na nesta torre facilita a execução da coleta, pois está posicionada ao nível do abdômen, evitando a flexão anterior do tronco. Finalizadas todas as coletas, o trabalhador desceu da torre usando o elevador e caminhou até o laboratório para entregar as amostras, finalizando a tarefa.

A pausa para o almoço foi de aproximadamente 1h e 27min. Imediatamente após o retorno do almoço o operador iniciou a terceira limpeza do dia. Esta limpeza iniciou-se às 13h 26 min. e durou aproximadamente 23 min. O trabalhador se dirigiu ao forno 1 onde realizou a quarta e última limpeza do dia. Esta limpeza teve a duração de aproximadamente 29 min.

Após a última limpeza o trabalhador realizou a medição dos silos. Para medição dos silos o operador deslocou-se através da escadaria do prédio dos silos, soltou a sonda no silo e recolheu, puxando a corda da sonda, contando a metragem assinalada na corda (nós). Para essa atividade adotou a postura de tronco levemente flexionado para frente. Ao final da aferição comunicou via rádio ao operador do painel central o nível do silo.

Finalizando a jornada de trabalho o operador industrial C dirigiu-se a sala de descanso, localizada no segundo andar da torre, onde trocou de roupa e passou para os funcionários do próximo turno as intercorrências do dia.

Dentre as várias tarefas realizadas pelos operadores, ressaltam-se as limpezas da caixa de fumaça como as de maior relevância. É fato que, tal tarefa é executada sistematicamente, demandando maior tempo para realização. A soma dos tempos de execução aproxima-se de 2 horas, portanto, essa tarefa ocupou a maior parte do tempo de trabalho dos operadores, além de ser a tarefa com maior exposição térmica e onde os trabalhadores permanecem por mais tempo nas posturas estereotipadas do tronco. Pelos motivos acima expostos é a tarefa com maior fator de risco para a demanda de lombalgia dos operadores industriais C.

### *3.8.3. As estratégias de trabalho*

Muitos são os fatores que interferem direta ou indiretamente na atividade dos operadores industriais C. Neste item serão discutidas as relações existentes entre esses fatores. O ambiente de trabalho, os equipamentos e ferramentas utilizadas são fatores que interferem diretamente sobre o modo operatório e as estratégias dos trabalhadores.

No momento da troca de turno os operados comunicam aos colegas que estão chegando sobre a situação de trabalho. “*Hoje a limpeza está ruim*” (OP-3), se referindo com isso que as colagens estão numerosas, muito aderidas e de difícil remoção. Diante de tal argumentação a dupla que iniciará o trabalho adota a estratégia de dividir as tarefas. O critério de divisão ocorre através de um diálogo entre a dupla e de uma divisão lógica.

Distribuídas as tarefas, um trabalhador sobe até o 4º estágio onde realiza a coleta de amostra, desce da torre através das escadas e leva o material coletado até o laboratório. Em seguida, caminha até a grelha do forno 1 onde realiza a limpeza, prossegue até a grelha do forno 2 e repete o procedimento. Finalizando a limpeza das grelhas, sobe a escada que dá acesso ao maçarico do forno onde realiza a limpeza. Finalizada a limpeza do maçarico o trabalhador caminha até a base da torre onde utiliza o elevador para chegar ao local predeterminado de encontro. Trata-se de uma rota que atende as exigências do trabalho e evita deslocamentos desnecessários.

O outro trabalhador realiza a medição dos silos e a limpeza dos bicos das torres. Essas duas tarefas localizam-se no alto das torres, ou seja, não é necessário que o trabalhador desça da torre para realizá-las. Terminada as tarefas os dois trabalhadores se encontram no local determinado que geralmente é a caixa de fumaça dos fornos. O intuito desta divisão é poupar tempo e energia que serão gastos posteriormente para a execução das limpezas nas caixas de fumaça das torres de ciclones.

O trabalho de limpeza da caixa de fumaça das torres de ciclones inicia-se através da abertura da porta situada próxima à parede do forno e no nível do quadril. Observa-se então se há formação de colagem nas paredes.

Para visualizar a colagem o operador abre as portas de acesso (escotilhas) adota postura de flexo-extensão do tronco e rotação. Visualmente eles avaliam o tamanho da colagem e sua localização. Trata-se de um procedimento que viabiliza a escolha do equipamento a ser utilizado. Se a colagem estiver próxima da porta pode-se utilizar a alavanca pequena (1,5 m), caso contrário, utiliza-se a alavanca maior (2,5 m).

A colagem é avaliada não somente pelo tamanho e proximidade da porta, mas principalmente pela rigidez e indicação de aderência à parede. *“Tem colagem que é do tamanho da frente de um fusquinha, mas solta fácil... Têm outras que são pequenas e custam a soltar” (OP-3)*. Para avaliar a rigidez da colagem o trabalhador utiliza os equipamentos como se fossem a continuação dos seus braços. Ele realiza movimentos de impacto da lança do lava-jato ou da lança contra a colagem, percebendo a rigidez das mesmas. *“Se a colagem não trincar é porque está muito rígida” (OP-3)*. Ao impacto da ferramenta, as colagens menos rígidas e pouco aderidas vão soltar os fragmentos ou pó facilmente, descolando sem a necessidade de realização de força. Os operadores observam as colagens menos rígidas, ao contato com a ferramenta, apresentando consistência de pó solto ou massa maleável. As colagens mais rígidas e aderidas apresentam consistência dura ao impacto da ferramenta, como continuidade da parede de refratário.

Outra estratégia comumente usada é a de lançar água na colagem e tentar abrir trincas ou fissuras. *“Quando a água bate na colagem e não perfura, não abre trinca, é porque está muito rígida... se a água bateu e voltou igual acontece numa parede eu já sei que*

*vai ser difícil retirá-la” (OP-3).* Todas estas estratégias para avaliação da colagem fazem com que o trabalhador adote posturas estereotipadas.

Determinado qual o equipamento será utilizado o trabalhador inicia a retirada da colagem através dos jatos de água. A alavanca é utilizada após a abertura das trincas nas colagens com intuito de fazer os fragmentos se soltarem. Os operadores utilizam a lança do lava-jato como se fossem alavancas mas nos casos de maior rigidez optam pela alavanca por ser mais pesada e resistente. *“Já tentaram nos fornecer uma lança mais leve... mas não da pra trabalhar com ela... com a leve eu dou vinte pancadas na colagem e com a pesada eu dou só cinco e ela já solta...” (OP 3).*

Em um dia típico, para retirada de colagens mais rígidas e incrustadas, foi observado um elevado número de pancadas na colagem, chegando a 75 pancadas somente em uma das portas do forno. Nos dias onde as colagens estão muito rígidas e incrustadas, esse elevado número de movimentos pode provocar um maior desgaste físico aos operadores, resultando na fraqueza dos membros superiores, podendo o trabalhador não conseguir sustentar a ferramenta. É rotina as alavancas caírem dentro do forno.

Em algumas situações, de colagem muito rígida, os trabalhadores optaram por sustentar a alavanca em dupla e golpear a colagem em conjunto. Neste momento ocorrem movimentos bruscos de flexo-extensão do tronco, ombros e cotovelos, somando-se ao peso do próprio corpo para gerar um maior impacto contra colagem, favorecendo o deslocamento da mesma.

Um fator primordial para a execução da atividade gira em torno do posicionamento das portas, tipos de portas, inclinação, formato, tamanho. Todos estes fatores interferem diretamente no modo operatório do trabalhador. *“Essas portas diminuem meu campo de visão... eu preciso ver...” (OP 3).* Em todo momento há necessidade de visualização da colagem, como já explicado acima, demandando dos operadores a adoção de posturas estereotipadas. É por meio da visualização da colagem que o operador define suas estratégias para removê-la. *“Eu tenho que ver as fissuras, se está rachando, onde eu tenho que bater para ela se desprender...” (OP 3).*

Pode-se observar que a adoção da postura de flexão do tronco ocorreu em todos os níveis de portas. Nas portas consideradas baixas e no nível do tronco as posturas de flexão do tronco tiveram maior incidência. Uma das hipóteses para se justificar a adoção da postura de flexão do tronco em todos os níveis de porta, está relacionada à necessidade de se aumentar o campo de visão.

As portas com inclinação à 45° foram desenvolvidas para minimizar os riscos de acidentes com a queda de colagem. As colagens podem atingir a alavanca e causar um impacto da mesma contra o trabalhador provocando lesões. Entretanto, a inclinação da porta faz com que o trabalhador tenha que sustentar o peso das ferramentas com os braços, conforme relato do mesmo. *“Agora eu tenho que sustentar o peso das ferramentas contra a ação da gravidade... nessa porta eu não consigo escorar a ferramenta na borda” (OP-3)*. O operador explica que utilizava a borda das portas como apoio das ferramentas como forma de economia do corpo.

Nas limpezas das torres observa-se um nível maior de ansiedade dos operadores decorrente da relação com os operadores de painel. Para remoção das incrustações os operadores utilizam ferramentas com jato de água. Quando as incrustações estão muito aderidas, o tempo que os trabalhadores necessitam direcionar o jato d'água é maior, provocando queda da temperatura do forno. O excesso de água esfria o forno, provocando reclamações por parte dos operadores do painel. *“Tem alguns operadores de painel que deixam agente trabalhar mais tranquilo”.... “Outros reclamam que nós estamos esfriando o forno”.... “Ficamos mais ansiosos” (OP 1 e 2)*.

Essa ansiedade resulta em aceleração ou má qualidade das limpezas, onde os operadores deixam de realizar as pausas compensatórias da fadiga física e térmica, ou não efetuam a limpeza totalmente, deixando partes das colagens para retirada em outras ocasiões, perpetuando o ciclo vicioso de acúmulo de colagem, limpezas demoradas em posturas desconfortáveis associado à fadiga térmica.

### **3.9. Observação sistemática da postura da coluna vertebral durante a atividade de limpeza das torres de ciclones**

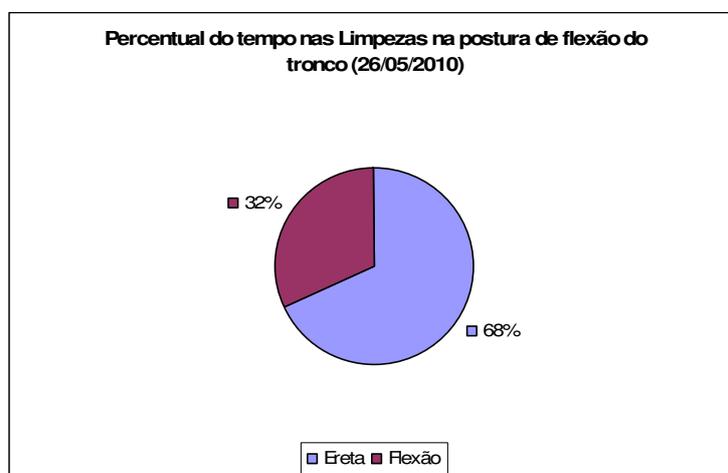
Uma vez observado que a flexão de coluna era a postura adotada na maior parte do tempo pelos operadores industriais C durante as limpezas nas torres de ciclones, inclusive em outras de suas tarefas, foi realizada a observação sistemática da variável postura, com aferição do tempo de permanência em flexão durante as limpezas. As aferições dos tempos ocorreram em duas datas e por períodos de tempo distintos, só considerando aquelas flexões realizadas e mantidas por mais de 2 segundos.

No dia 26/05/2010 foram filmadas as duas limpezas na caixa de fumaça da torre 1 e as duas limpezas na caixa de fumaça na torre 2, totalizando 4 limpezas. A duração da 1ª limpeza da torre 2 durou 36 minutos, a 1ª limpeza da torre 1 durou 25 minutos. A 2ª limpeza da torre 2 durou 22 minutos e a 2ª limpeza da torre 1 durou 28 minutos. As 4 limpezas somadas totalizaram mais de 112 minutos.

Nas limpezas do dia 26/05 foram utilizadas como ferramentas o lava-jato, a lança de metal e a barra de metal. A bomba woma não estava funcionando no dia. O cronômetro foi acionado no início da limpeza de uma porta e paralisado quando o operador finalizava a limpeza nesta porta, os deslocamentos não foram contabilizados.

O gráfico 2 mostra o resultado da observação sistemática da postura do tronco do dia 26/05/2010, onde os operadores permaneceram mais de 32% do tempo da atividade de limpeza nas torres de ciclones na postura de flexão da coluna.

**Gráfico 2 – Distribuição percentual do tempo das limpezas nas torres de ciclones, na postura de flexão da coluna, durante observação sistemática realizada no dia 26/05/2010**

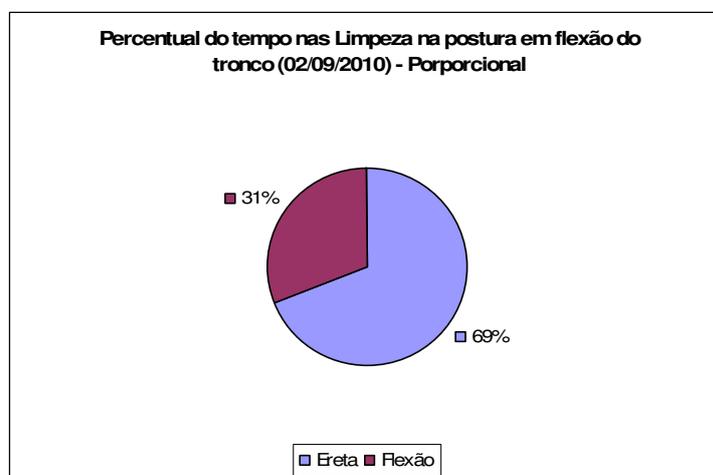


No dia 02/09/2010 foram filmadas as primeiras limpezas nas torres 1 e 2, ocorridas no período da manhã, totalizando 2 limpezas. A duração da 1ª limpeza da torre 2 durou 23 minutos e a 1ª limpeza da torre 1 durou 12 minutos, totalizando 35 minutos.

Nesta data foram utilizadas como ferramentas o lava-jato, a bomba woma e a lança de metal. O cronômetro foi acionado no início da limpeza de uma porta e paralisado quando o operador finalizava a limpeza nesta porta, os deslocamentos não foram contabilizados.

O gráfico 3 mostra o resultado da observação sistemática da postura do tronco do dia 02/09/2010, onde os operadores permaneceram mais de 31% do tempo da atividade de limpeza nas torres de ciclones na postura de flexão da coluna

**Gráfico 3 – Distribuição percentual do tempo das limpezas nas torres de ciclones, na postura de flexão da coluna, durante observação sistemática realizada no dia 02/09/2010**



Como observado nas duas situações acima, os operadores industriais permaneceram mais de 30% do tempo das limpezas nas torres na postura de flexão do tronco. Essa postura apresenta considerável sobrecarga nos discos intervertebrais lombares e musculatura paravertebral, razão suficiente para explicar os sintomas de lombalgia nos trabalhadores do setor.

Importante destacar que durante mais 50% destes períodos, os trabalhadores mantiveram o tronco em angulações extremas de flexão, onde a sobrecarga nos discos intervertebrais e a exigência dos músculos paravertebrais é ainda mais acentuada.

#### **4. DISCUSSÃO**

A coluna vertebral é um segmento complexo e funcionalmente significativo do corpo humano. Para muitos pesquisadores, a região lombar da coluna vertebral comporta um grande interesse, pois a dor lombo-sacra é um dos principais problemas médicos e sócio-econômicos dos tempos modernos (HALL, 2000).

A lombalgia é uma das grandes aflições humanas, e atualmente, as estatísticas mundiais mostram que quase todos os indivíduos, apresentam grande chance de sofrer uma lesão incapacitante nas costas, independente de sua ocupação (MAGEE, 2007).

A partir da análise da atividade dos operadores industriais na limpeza das torres de ciclones, enumeramos a seguir os fatores de riscos determinantes e agravantes à ocorrência de lombalgia.

- Altura das portas: As portas posicionadas em alturas próximas ao nível do piso demandam posturas extremas de flexão da coluna e contrações estáticas da coluna lombar, favorecendo o aparecimento das lesões lombares.

- Formato e dimensão da abertura das portas: As portas de altura mediana e superiores, com abertura circular e as bordas proeminentes (tipo “binóculo”) dificultam a visualização das colagens no interior da tubulação. Os outros modelos de porta sem bordas proeminentes, mas com dimensões insuficientes, também dificultam a visualização no interior da tubulação. Para visualizar o interior da caixa de fumaça e da tubulação, nos locais onde as portas apresentam as características acima, os operadores adotam as posturas estereotipadas da coluna (flexão extrema), estando diretamente relacionadas ao aparecimento dos sintomas lombares.

- Manuseio da bomba woma: O comprimento da lança da bomba woma exige dos trabalhadores a adoção de posturas estereotipadas do tronco (flexão, rotação e flexão ou extensão) durante seu manuseio. Além deste fato, a elevada pressão do jato provoca um efeito rebote na lança do equipamento, exigindo dos operadores a realização de força estática para segurar a lança do jato. A adoção da postura estereotipada associadas ao efeito rebote potencializa os fatores de risco para dor lombar.

- Ambiente térmico: Nas limpezas das torres de ciclones os operadores estão expostos a elevada temperatura ambiente. Nas situações de estresse térmico (temperaturas elevadas) e sua conseqüente fadiga física, a atividade muscular fica afetada, tendo seus componentes de força, reflexos protetores e coordenação motora reduzidos. As articulações, os músculos, os discos intervertebrais e os componentes neurológicos

envolvidos ficam mais expostos às lesões por traumas ou movimentos estereotipados, potencializando os riscos da manutenção das posturas estereotipadas.

- Matéria – prima: A qualidade da matéria-prima e dos combustíveis utilizados, principalmente o carvão, favorece ou previne a formação das colagens nas torres. Combustíveis de baixa qualidade, com alto percentual de enxofre em sua composição química, aumentam a formação das colagens e conseqüentemente a necessidade de intervenções e limpeza nas torres. Resulta desse fato, uma maior exposição dos operadores ao calor, e aumento dos desgastes físicos e posturais dos trabalhadores.

- Tarefas realizadas no intervalo das limpezas: As demais tarefas dos operadores não permitem o tempo necessário para a recuperação muscular após a atividade de limpeza das torres. Essas tarefas, além de demandar posturas repetitivas da flexão da coluna, podem atuar como agravantes dos sintomas lombares. Como exemplo, citamos a Limpeza dos Bicos da Torre de Resfriamento e a Limpeza da Grelha dos Fornos.

- Risco de acidentes: O calor constante e o risco de queimaduras com material incandescente, que sai ocasionalmente da abertura das portas (material interno está a aproximadamente 800° C), exige que o operador trabalhe de lado ou abaixo da abertura das mesmas, demandando a adoção de posturas estereotipadas de tronco, membros superiores e inferiores.

- Layout da plataforma 2: A plataforma 2 possui menor dimensão física e maior proximidade entre as estruturas. Tal proximidade dificulta o manuseio das ferramentas, demandando dos trabalhadores a adoção de posturas estereotipadas para execução da limpeza.

- A pressão temporal exercida pelos operadores de painel central: Para remoção das incrustações os operadores utilizam ferramentas com jato de água. Nas ocasiões que as incrustações estão muito aderidas, o tempo que os trabalhadores necessitam direcionar o jato d'água é maior, provocando queda da temperatura do forno. Quando há queda da temperatura do forno os operadores de painel comunicam cobrando rapidez na limpeza. A ansiedade em realizar a tarefa de limpeza da caixa de fumaça sem ocasionar queda na temperatura do forno exige dos operadores industriais uma aceleração para

cumprimento da limpeza. Em virtude de tal fato haverá menor tempo de recuperação da fadiga, não havendo tempo necessário para a recuperação muscular durante as limpezas, potencializando o fator de risco para adoecimento lombar.

As posturas estereotipadas, assim como a sobrecarga estática e o excesso de força para a resolução de tarefas podem ser considerados fatores que contribuem para o aparecimento de enfermidades músculo-esqueléticas, como é o caso da dor lombar (ZILLI, 2002).

Segundo F. Guerin et al. (2001) as posturas constituem um indicador complexo da atividade e dos constrangimentos que pesam sobre ela. São também um objeto de estudo em si, na medida em que são fontes de fadiga e podem gerar distúrbios vertebrais, articulares, etc. Ainda segundo F. Guerin et al. (2001), vários tipos de hipótese podem ser associados à observação das posturas:

- O operador é levado a assumir freqüentemente, ou por longo tempo, posturas desconfortáveis.
- Os constrangimentos que pesam sobre o operador reduzem suas possibilidades de mudança de postura.
- As modificações das posturas revelam dificuldades particulares ligadas a execução da tarefa.

Para os autores Kroemer e Grandjean (2005) se uma pessoa se curva até que a parte superior do corpo fique praticamente na horizontal, então o efeito de alavanca impõe uma pressão muito grande nos discos intervertebrais.

Em uma ação ergonômica é fundamental, portanto, analisar as posturas exigidas e as possíveis variações ao longo de determinada atividade de trabalho. Muitas vezes, o trabalhador adota posturas estereotipadas em função da composição do espaço de trabalho (configuração, equipamentos, iluminação, ventilação....) (ABRAHÃO et al., 2009).

Dentre as afirmações e conceitos acima, definidos por autores diversos, e considerando os fatores de risco determinantes e agravantes à ocorrência de lombalgia existentes na

atividade de limpeza das torres de ciclones, observamos a relação direta entre os sintomas lombares e a atividade de limpeza nas torres.

## **5. RECOMENDAÇÕES DE MELHORIA**

Após a análise ergonômica do trabalho foram enumeradas as recomendações e propostas de melhoria. Dentre as recomendações dadas temos as de caráter tecnológico e as de caráter organizacional, devendo as mesmas ser validadas junto aos trabalhadores.

A validação é etapa indispensável no processo de transformação ergonômica do trabalho, para assegurar a efetividade das soluções e garantir o compromisso entre a produção, a saúde e a segurança no trabalho.

**Orientação geral para as recomendações de melhoria:** Segundo a metodologia de intervenção ergonômica adotada, preconizada pela Análise Ergonômica do Trabalho, recomenda-se fazer alterações pilotos para averiguar junto com os trabalhadores se houve melhora nos aspectos desejados, sem ocasionar outros riscos.

### **5.1. Recomendações Tecnológicas**

#### **5.1.1. Recomendações quanto à altura e angulação das portas de limpeza**

Posicionar as portas de limpeza em angulação de 45°, na altura entre 70 cm a 1 metro (nível da cintura).

Nas limpezas realizadas nas portas localizadas próximo ao nível do piso da plataforma, o operador permanece longos períodos com a coluna completamente flexionada anteriormente.

Essa altura de porta e angulação irá promover o melhor posicionamento biomecânico do corpo dos operadores, possibilitando a manutenção da coluna ereta e joelhos levemente flexionados.

### **5.1.2. Recomendação para os locais com necessidade de portas baixas**

Abaixar a plataforma nos locais onde há necessidade de manter as portas baixas, próximas ao nível do solo.

Nos locais onde há freqüente formação de colagem, e existir a necessidade da existência de uma porta baixa, ao nível do piso, onde as recomendações acima (item 5.1.1.) não puderem ser aplicadas, deve-se abaixar a plataforma para proporcionar a retirada das colagens e o manuseio das ferramentas com o tronco ereto.

Essa recomendação irá promover o melhor posicionamento biomecânico do corpo dos operadores, possibilitando a manutenção da coluna ereta e joelhos levemente flexionados.

### **5.1.3. Recomendação quanto ao formato, localização e dimensão das portas medianas (altura do quadril) e superiores (altura da cabeça)**

Como forma de favorecer o aumento da amplitude do campo visual do operador, fator esse primordial para traçar as estratégias para remoção das colagens e minimizar a flexão anterior do tronco, desenvolver um modelo de porta que contemple as seguintes necessidades e características:

- Aumentar o campo visual do operador: Porta modelo retangular, com dimensão de 30 cm altura x 25 cm largura.
- Prevenir entrada de ar: abertura no sentido horizontal utilizando-se de dobradiça.
- Tipo de fechadura: Optou-se por fechadura do tipo “cachorro” por possuir um bom manejo e acionamento.
- Localização: As portas devem ser posicionadas lateralmente aos pontos de formação das colagens, levando-se sempre em consideração a experiência e opinião do trabalhador sobre a localização ideal.

As portas de altura mediana e superiores, com abertura redonda e bordas proeminentes (tipo “binóculo”) dificultam a visualização das colagens no interior da tubulação. Os outros modelos de porta sem bordas proeminentes, mas com dimensões insuficientes, também dificultam a visualização no interior da tubulação. Portas com essas características demandam a adoção de posturas estereotipadas da coluna (flexão extrema), estando diretamente relacionadas ao aparecimento dos sintomas lombares.

Essa recomendação irá reduzir a flexão anterior do tronco, poupar energia para abertura e fechamento das portas, aumentar a eficiência da limpeza, pois as portas estarão posicionadas realmente perto dos pontos de formação de colagens, aumentar o campo visual do trabalhador facilitando a remoção das colagens.

#### **5.1.4. Recomendação quanto ao revestimento refratário nas torres de ciclones**

Aplicar revestimento refratário na torre de ciclones com característica de baixa aderência a colagens.

As colagens são as incrustações de material (farinha) nas paredes internas das torres de ciclones, forno rotativo ou tubulações. O mecanismo de formação das colagens está relacionado às reações químicas ocorridas no interior das torres, mais especificamente na reação dos Álcalis com o  $SO_3$  proveniente da combustão do enxofre presente nos combustíveis e nas matérias primas (FLSMIDTH, 1997).

Devido à sua composição, os concretos antipegaduras apresentam uma maior impermeabilidade e resistência aos ataques químicos produzidos pelos álcalis, cloretos e sulfatos.

Essa recomendação irá facilitar a remoção de colagens na superfície do refratário e reduzirá a necessidade das intervenções de limpeza nas torres, conseqüentemente haverá redução do tempo de exposição ao calor e na manutenção das posturas estereotipadas pelos operadores ao realizar a tarefa de limpeza.

### **5.1.5. Recomendação quanto ao layout da plataforma 2**

Retirar ou reposicionar as barras de metal e os canos na plataforma da caixa de fumaça da torre 2.

A maior proximidade entre as estruturas na plataforma 2 dificulta o manuseio de equipamentos, exigindo dos trabalhadores a adoção de posturas estereotipadas para execução da limpeza. As dimensões reduzidas também promovem maior exposição do trabalhador ao calor, inclusive ao parceiro de trabalho, resultando maior desgaste físico mesmo estando no intervalo entre a limpeza de uma porta e outra.

Essa recomendação irá aumentar o espaço físico da plataforma e facilitar manuseio das ferramentas na postura de tronco ereta.

### **5.1.6. Recomendação para o lava-jato**

Aumentar a pressão do lava-jato ou proporcionar outro equipamento com maior pressão para limpeza das colagens.

Com um jato mais forte, os operadores poderão limpar as colagens mais resistentes com o lava-jato, sem a necessidade de utilização da bomba woma. Por se tratar de um equipamento mais leve e de fácil manuseio o lava jato é visto como a melhor ferramenta para limpeza na torre.

Essa recomendação irá aumentar a eficácia do lava-jato na execução das limpezas, e reduzir a exposição aos riscos de utilização da bomba woma. O lava jato é um equipamento mais leve e facilita aos operadores a manutenção da postura ereta do tronco.

### **5.1.7. Recomendação para a Bomba Woma**

Proporcionar suporte para a lança da bomba woma.

O manuseio da lança da bomba woma exige dos trabalhadores a adoção de posturas estereotipadas do tronco (flexão, rotação e flexão ou extensão) durante sua utilização, devido ao seu comprimento (3 metros). Além desse fato, devido à sua elevada pressão, no momento em que se pressiona o gatilho ocorre uma movimentação da ferramenta na direção contrária ao jato de água, ou seja, uma reação de rebote em direção ao operador, podendo causar acidentes e exigindo uma maior realização de força para manuseá-la.

Essa recomendação irá reduzir a necessidade de adoção das posturas estereotipadas e a realização de força pelos operadores na utilização da bomba woma.

#### **5.1.8. Recomendação quanto à quantidade de ferramentas de limpeza**

Disponibilizar em cada andar das caixas de fumaça dos fornos 1 lava-jato e 1 bomba woma.

Para transportar a ferramenta de um andar para o outro da caixa de fumaça, os operadores realizam a postura de flexão anterior de tronco para descer com a ferramenta do andar de cima para o de baixo, passando a ferramenta por fora da plataforma e entregando ao companheiro no andar de baixo.

Essa recomendação irá eliminar a necessidade de realização da postura de flexão anterior de tronco para descer as ferramentas de um nível a outro da plataforma. Vai possibilitar mais tempo de repouso da estruturas corporais, uma vez que no tempo de subir ou descer ferramentas os operadores poderão recuperar da fadiga física. No caso de falha ou quebra de equipamento eles terão uma ferramenta de reserva próxima.

#### **5.1.9. Recomendação quanto ao ambiente térmico na caixa de fumaça**

Instalar ventiladores industriais na caixa de fumaça, posicionados na horizontal, soprando o ar na vertical sobre os operadores.

Nas limpezas das torres de ciclones os operadores estão expostos a elevada temperatura ambiente. Nas situações de estresse térmico (temperaturas elevadas) e sua conseqüente fadiga física, a atividade muscular fica afetada, tendo seus componentes de força, reflexos protetores e coordenação motora reduzidos. As articulações, os músculos, os

discos intervertebrais e os componentes neurológicos envolvidos ficam mais expostos às lesões por traumas ou movimentos estereotipados, potencializando os riscos da manutenção das posturas estereotipadas.

Essa recomendação irá reduzir a sensação térmica próximo às bocas de limpeza e servirá também de equipamento de proteção coletiva, uma vez que o jato de ar forte posicionado pra baixo irá impedir a elevação de poeira e material incandescente quando no descolamento de colagens.

#### **5.1.10. Recomendação quanto à tarefa de limpeza nas Torres de Resfriamento**

Abaixar a plataforma da torre de resfriamento, reduzir o peso e comprimento das lanças e colocar suporte para sustentar o peso das mesmas enquanto o operador realiza a limpeza dos bicos.

A limpeza dos bicos das torres de resfriamentos são tarefas ocasionais, realizadas semanalmente por cada dupla de operadores. Todavia, o peso das lanças entre 25 kg a 40 kg, associado à localização destas próximas ao piso, demanda a flexão anterior do tronco associado ao levantamento de peso (lanças). Além disso, a ausência de um suporte para as mesmas, demanda dos operadores a realização de uma força de carregamento enquanto limpa os bicos das lanças.

Essa recomendação irá eliminar a necessidade de adoção da postura de flexão anterior do tronco para retirada da lança do local de encaixe, reduzir a necessidade de realização de força no carregamento da lança mais leve e no apoio em suporte adequado.

#### **5.1.11. Recomendação quanto à altura do piso na área de limpeza das grelhas**

Abaixar o piso na área de limpeza das grelhas dos fornos, nivelando com o piso do pátio da fábrica.

As limpezas das grelhas são atribuições diárias onde os operadores realizam e mantêm a coluna flexionada repetidas vezes, em angulações diversas por tempos variados, podendo chegar a períodos superiores a 1 minuto em flexão acentuada da coluna

lombar. A adoção dessas posturas é determinada pela altura do piso e pelo comprimento reduzido do cabo das enxadas, exigindo dos operadores a flexão do tronco para introduzir a ferramenta de limpeza no interior das grelhas.

Essa recomendação irá favorecer aos operadores trabalhar na postura ereta do tronco.

#### **5.1.12. Recomendação quanto ao comprimento do cabo das enxadas de limpeza das grelhas**

Alongar o cabo das enxadas de limpeza das grelhas em 50 centímetros.

Para realizar a limpeza das grelhas os operadores adotam a postura de flexão do tronco, como já explicitado na recomendação acima (5.1.11), um dos fatores de adoção dessa postura é determinado pelo comprimento reduzido do cabo das enxadas.

Essa recomendação irá possibilitar aos operadores trabalhar na postura ereta do tronco, irá favorecer um maior alcance do material interno nas grelhas, reduzindo também a proximidade dos trabalhadores com a fonte de calor.

#### **5.1.13. Recomendação quanto à colocação de cabo na alavanca.**

Confeccionar uma alavanca com cabo transversal e com frisos, a 50 centímetros de uma das pontas, para melhorar a pega do trabalhador.

A utilização da alavanca ocorre rotineiramente para remoção das colagens. Entretanto, ocasionalmente, as alavancas caem dentro do forno. Além desse fato, o elevado número de pancadas nas colagens, observados em casos extremos, mais de 75 golpes contra a colagem em uma única porta do forno, resultam em desgaste físico intenso aos trabalhadores, reduzindo sua capacidade de sustentação da ferramenta.

Outro fator agravante é o fato das luvas estarem molhadas e em contato com a alavanca escorregadia.

Essa recomendação vai possibilitar o aumento do potencial do golpe, diminuição do número de pancadas, diminuição do gasto de energia do trabalhador, economia de ferramentas, além de facilitar a remoção das colagens.

## **5.2. Recomendações Organizacionais**

### **5.2.1. Desburocratizar o uso da bomba woma**

Transmitir o comunicado de utilização da bomba woma via rádio.

Para utilização da bomba Woma os operadores devem preencher um documento padrão para justificar os motivos da utilização e levá-lo ao operador do painel de controle, informando que a tarefa será iniciada seguindo os procedimentos de segurança.

Para deslocar da torre de ciclones até o painel central e entregar o check-list de segurança, os operadores utilizam escadas, passarelas e elevador, trajeto esse que contribui para a fadiga física e perda de tempo de recuperação física.

Essa recomendação vai possibilitar mais tempo de recuperação das estruturas corporais, uma vez que no tempo de subir ou descer escadas e atravessar passarelas, os operadores poderão recuperar da fadiga física e do estresse térmico.

### **5.2.2. Recomendação quanto às inspeções e manutenção preventiva nas ferramentas**

Realizar inspeção e manutenção preventiva nos lava-jatos e bomba woma em intervalos de 15 em 15 dias, para assegurar funcionamento e pressão adequados evitando a interrupção ou falhas dos equipamentos durante as limpezas.

Quando não estão funcionando ou quando há redução da pressão dessas ferramentas a limpeza fica menos eficiente, levando os trabalhadores a um maior tempo de exposição ao calor, e maior tempo manuseando os equipamentos nas posturas estereotipadas.

Além disso, quando há paralisação de algum destes equipamentos os operadores utilizam as barras e lanças de metal para limpeza das colagens, implicando em maior desgaste físico dos trabalhadores ao golpear as ferramentas (lanças e barras) contra as colagens.

Essa recomendação irá manter os lava-jatos e bomba woma sempre em perfeito funcionamento e com pressão do jato adequado, resultando em maior eficiência das limpezas. Os trabalhadores ficarão menos tempo nas posturas estereotipadas e menos tempo de expostos ao calor.

## **6. CONCLUSÃO**

O presente estudo buscou avaliar os fatores de risco para lombalgias, existentes na tarefa de limpeza das torres de ciclones, realizada pelos operadores industriais C.

A análise ergonômica identificou como principal fator de risco a altura das portas situadas próximo ao nível do solo, determinando posturas em flexão do tronco em angulações de elevada sobrecarga biomecânica para a coluna lombar.

Além da altura das portas, o formato e a dimensão das aberturas das mesmas são determinantes para adoção das posturas estereotipadas do tronco, agravando o risco já mencionado da altura das portas.

As ferramentas e o ambiente térmico atuam como agravantes dos riscos previamente colocados. O manuseio da bomba woma por obrigar a adoção das posturas estereotipadas para seu manuseio e o ambiente térmico por agravar a fadiga e o desgaste físico.

A organização do trabalho mostrou-se outro fator agravante, visto que a necessidade de realizar as demais tarefas associado à ansiedade dos trabalhadores em cumprir a limpeza das torres sem deixar a temperatura do forno cair muito, não permite que haja tempo de recuperação da musculatura paravertebral, agravando os danos sobre a coluna lombar dos trabalhadores.

Portanto, os fatores de risco para lombalgia dos operadores industriais C, está relacionado não apenas pela altura, formato e dimensão das portas. O ambiente térmico, as ferramentas e a organização do trabalho impactam diretamente na sobrecarga das estruturas da coluna lombar dos trabalhadores. As estratégias adotadas para redução do tempo das limpezas e demais atividades, e as posturas adotadas para sanar as deficiências de design das torres e ferramentas atuam como fatores de risco acentuado para adoecimento lombar dos operadores industriais C.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHÃO, Júlia. et al. *Introdução à ergonomia: da prática à teoria*. São Paulo: Blucher, 2009.

DINIZ, Eugênio P.H., et al. *Contribuição da ergonomia para a elaboração de medidas de prevenção dos acidentes envolvendo motociclistas profissionais*. ABERGO, 2004.

GUÉRIN, F. et al. *Compreender o trabalho para transformá-lo*. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. 199p. il.

HALL, Susan J. *Biomecânica Básica*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

KROEMER, K. H.E e GRANDJEAN, E. *Manual de Ergonomia: adaptando o trabalho ao homem*. Trad. Lia Buarque de Macedo Guimarães. – 5ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

MAGEE, David J. *Orthopedic Physical Assessment*, 5 ed., Philadelphia: Elsevier, 2007.

ZILLI, Cynthia M. *Manual de Cinesioterapia/Ginástica laboral*. São Paulo: Lovise, 2002.