

**Universidade Federal de Minas Gerais
Renato Silva dos Santos**

Erro Humano?

**Discutindo um acidente de trabalho
numa indústria química**

Belo Horizonte

2010

Renato Silva dos Santos

**ERRO HUMANO? DISCUTINDO UM
ACIDENTE DE TRABALHO NUMA
INDÚSTRIA QUÍMICA**

**Monografia apresentada ao curso de
Especialização em Psicologia do
Trabalho da Universidade Federal de
Minas Gerais, como requisito parcial
para obtenção do título de
especialista.**

Orientador: Dr. Francisco de Paula Antunes Lima

Belo Horizonte, 2010

Renato Silva dos Santos

**ERRO HUMANO? DISCUTINDO UM
ACIDENTE DE TRABALHO NUMA
INDÚSTRIA QUÍMICA**

**Monografia apresentada ao curso de
Especialização em Psicologia do
Trabalho da Universidade Federal de
Minas Gerais, como requisito parcial
para obtenção do título de especialista.**

BANCA

Prof. Dr. Francisco de Paula Antunes Lima

Prof. Mestre Eugênio Paceli Hatem Diniz

Prof^a. Mestre Ivone Corgosinho Baumecker

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	07
2. O ACIDENTE DE TRABALHO	12
3. CONSIDERAÇÕES SOBRE O ERRO HUMANO	18
3.1. O erro humano como acidente de trabalho	19
3.2. Aspectos sistêmicos e o erro	21
3.3. Aspectos da tarefa e o erro	24
3.4. Aspectos cognitivos e o erro	27
4. OS PROCESSOS COGNITIVOS E O ACIDENTE DE TRABALHO	29
5. DESENVOLVIMENTO	32
5.1. A planta industrial	32
5.1.1. A Unidade Produtora de Coque (UPCQ)	33
5.1.2. O processo de produção	34
5.1.3. O local do acidente de trabalho	35
5.2. Atividades precursoras e o acidente	36
5.2.1. A liberação do equipamento	38
5.2.2. O início da manutenção	42
5.2.3. Descrição do acidente	43
6. ANÁLISE DO ACIDENTE	45
6.1. Análise pela organização	45
6.2. Análise pelo operador	47
6.3. Análise pelo executante	49
6.4. Ampliação da análise	51
6.4.1. Efeito provocado pela duração da atividade	51
6.4.2. Efeito provocado pela energia residual	53
6.4.3. Efeito provocado pelos finos de coque	54
7. DISCUSSÃO	56
7.1. A representação da atividade pelo operador	59
7.2. Limites da atividade cognitiva	62
8. CONCLUSÃO	64
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66

LISTA DE ABREVIATURAS

CAT	Comunicações de Acidente de Trabalho
EPI	Equipamento de Proteção Individual
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo (Gás de Cozinha)
INRS	Institut National de Recherche et de Sécurité
INSS	Instituto Nacional de Seguridade Social
LIBRA	Sistema de bloqueio e etiquetagem de segurança que envolve: liberação, isolamento, bloqueio, raqueteamento e aviso/etiquetagem.
OIT	Organização Internacional do Trabalho
PT	Permissão para o Trabalho (Ordem de Serviço)
RAS	Recomendações de Segurança
SESMT	Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina de Trabalho
SGSST	Sistemas de Gestão de Saúde e Segurança do Trabalho

RESUMO

Será discutido o papel do modo operatório e das representações da atividade associados às causas de um acidente de trabalho. Tomando como referência o conceito de erro humano, se analisou um caso de acidente ocorrido durante uma atividade de manutenção em uma industrial química. Foram usadas perspectivas de análise que vão além do modelo predominante nessas investigações – centrada no erro humano. Adotando autores que possuem a visão do erro humano como multicausal, foram utilizadas suas proposições teóricas na discussão do caso, avaliando outros aspectos determinantes do evento além do indivíduo. Essas perspectivas de análise podem dar uma contribuição prática para a prevenção. Os acidentes e mortes no trabalho fazem parte da realidade no Brasil e apesar do esforço para a redução de números tão significativos, muito ainda se tem que avançar. Distante desta realidade, a psicologia pode participar ativamente deste esforço, contribuindo para a construção das mudanças necessárias com a sua perspectiva e conhecimento sobre o ser humano, compreendido como um ator em situação, de forma concreta.

Palavra Chave

Acidente de trabalho, Erro humano, Segurança do Trabalho, Modelos de análise, Representação da atividade e Modo operatório

1. INTRODUÇÃO

Será abordado neste estudo o conceito de modo operatório e representação da situação, a partir da análise de um acidente de trabalho ocorrido durante uma atividade de manutenção em uma indústria química. Este tipo de acidente quando interpretado sob o viés de erro humano reforça a culpabilidade individual e esconde outras causas que porventura estejam presentes. Na investigação empreendida, adotou-se uma abordagem baseada na multicausalidade dos acidentes de trabalho, e conseguiu-se levantar causas que não haviam sido detectadas na análise oficial da situação.

A indústria em questão está localizada na região metropolitana de Belo Horizonte, no estado de Minas Gerais. O estudo é baseado em entrevistas com um técnico de operação da planta e com um executante de uma empresa terceira, responsável pela manutenção do equipamento, ambos presentes no momento do acidente, e atingidos pelo resíduo expelido. Foi escolhido este acidente porque o mesmo aconteceu numa situação rotineira de manutenção, não provocou ferimentos de maior gravidade entre os envolvidos e pode ser considerado como um acidente simples. Apesar do pouco dano infringido havia um potencial de gravidade muito grande, pois acidentes com liberação de energia do interior de equipamentos são causa comum de óbitos na indústria química.

Em plantas químicas durante as fases de transformação do produto é possível encontrar no interior dos equipamentos estados físicos e químicos com características diversas: altas temperaturas, altas pressões, causticidade, toxicidade letal, inflamabilidade e diversas outras condições perigosas à vida e à saúde do homem. Por causa destas condições perigosas é necessário que os equipamentos, antes da sua abertura, sejam liberados¹ por alguém com conhecimentos técnicos sobre o mesmo e sobre o processo industrial. Esta atividade se inicia quando o equipamento é isolado e retirado do circuito em

¹ Liberação: Preparação para abertura de um equipamento que está em operação, com sua retirada do circuito de processo e isolamento, despressurização, resfriamento, drenagem, lavagem dentre outras ações.

que está inserido. É necessário o fechamento das válvulas² de bloqueio do tipo gaveta (vide figura 01) à montante e à jusante do trecho a ser isolado, e que impedirão o fluxo. Depois é preciso despressurizar, resfriar, retirar do seu

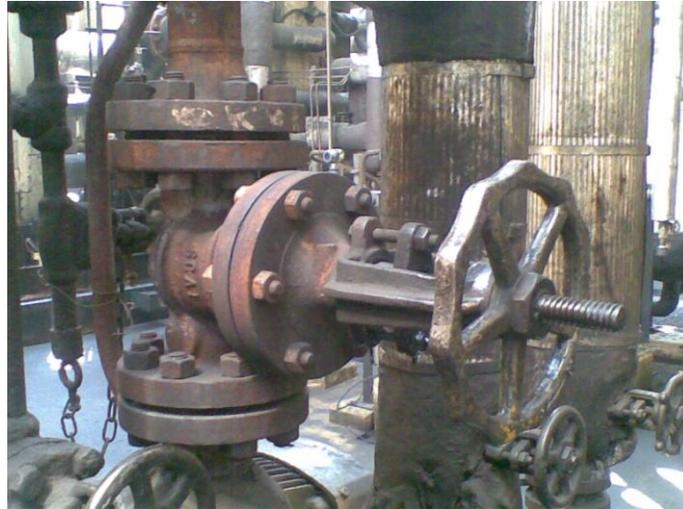


Figura 01 - Válvula de bloqueio tipo gaveta

interior produtos presentes e limpar com vapor ou com água. Finalmente é confirmada a eficácia da liberação através de uma avaliação técnica que atestará a condição de segurança do equipamento e a eliminação e/ou controle dos riscos. Nesta empresa, o responsável por esta avaliação é o técnico de segurança do trabalho, que poderá, conforme a situação, utilizar aparelhos de medição que garantam a presença de boas condições de trabalho no equipamento.

As tarefas próprias a cada liberação dependem do equipamento a ser liberado e do processo que ocorre nele, podendo variar de acordo com o tipo de equipamento, tipo de produto presente no seu interior e as interligações com outros equipamentos.

Para as situações que envolvem liberações da planta (parcial ou integral) existem muitos procedimentos normatizados. Caso os mesmos não existam é necessário a redação de um procedimento para aquela manobra operacional, com aprovação pelo chefe do setor. Também em situações que

² Válvula: dispositivos, similares a torneiras, destinados controlar (limitar, impedir ou permitir) o escoamento do fluxo líquido ou gasoso nas canalizações e tubulações.

envolvam equipamentos críticos, e que não possuam procedimentos, deverá haver a redação de um procedimento específico para aquela manobra.

Nas liberações de equipamentos menores, como um manifold³ de uma válvula de controle (vide figura 02), uma bomba, um visor de nível ou um compressor, cabe ao operador definir, a partir dos seus conhecimentos da planta e da sua experiência cotidiana, qual o método será empregado.



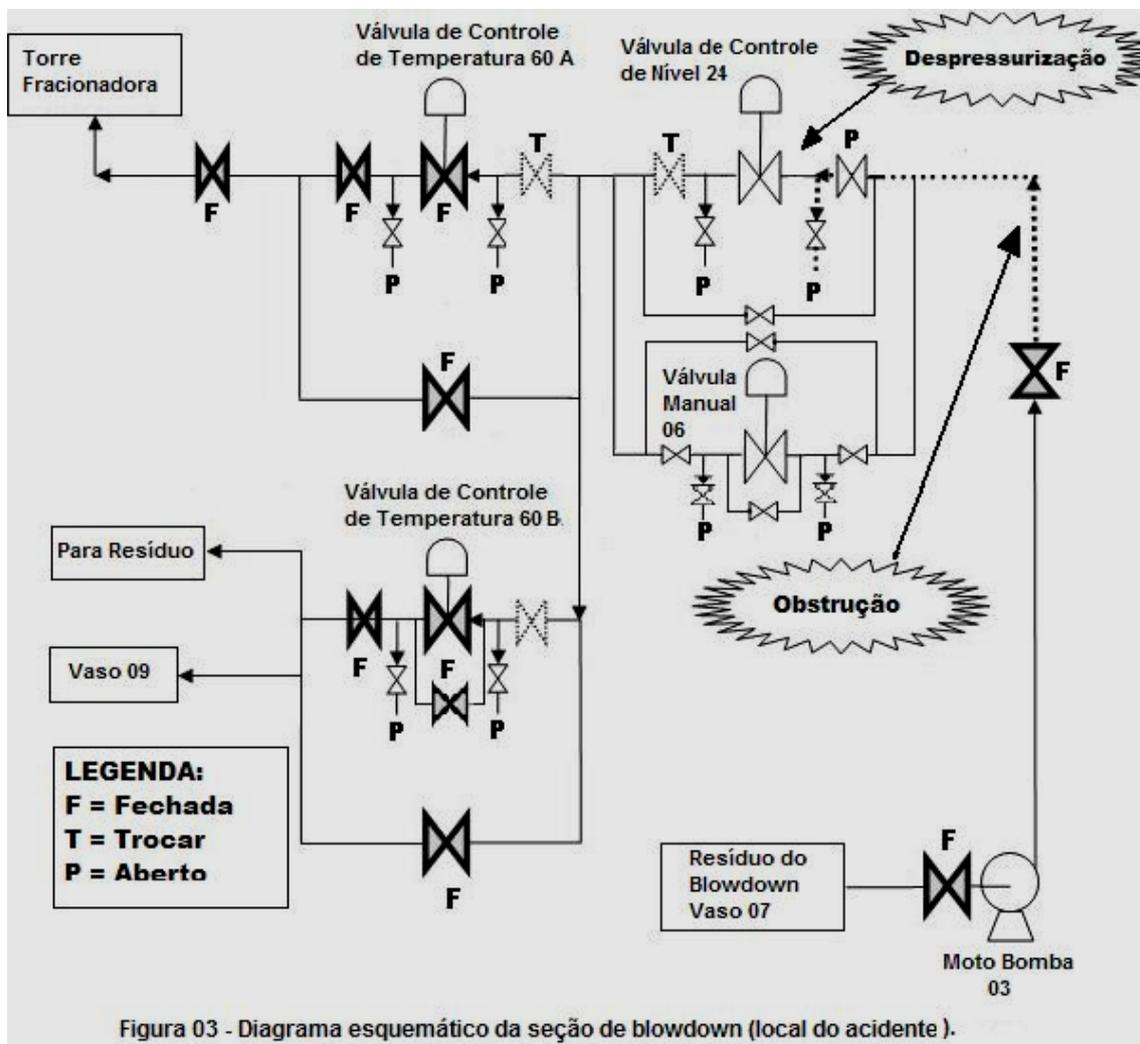
Figura 02 - Manifold com válvulas controladoras e bloqueios entrada e saída

O método simplificado para este tipo de liberação, conforme nos relata o operador, envolve o isolamento do equipamento ou circuito, através do fechamento da válvula de bloqueio de entrada e de saída daquele equipamento (ou trecho de tubulação), depois o bloqueio das interligações com outros equipamentos, a despressurização, a drenagem de produto e a limpeza com vapor de água.

O acidente em questão ocorreu após a liberação de um conjunto de válvulas no circuito da válvula de controle 24 (veja figura 03), para troca de um de seus bloqueios que estava danificado. Houve uma liberação inesperada de produto com pressão do interior da tubulação, apesar de já haverem pontos abertos para a atmosfera no circuito e que deveriam garantir a ausência de pressão naquele trecho.

³ Manifold: Estrutura que reúne um conjunto de válvulas com uma função específica (controle de nível, pressão, distribuição).

A investigação do acidente pela empresa concluiu que houve falha no planejamento da atividade, inadequada definição de equipamento de proteção individual e baixa percepção de risco pelo pessoal envolvido no planejamento e execução da tarefa. Com uma análise sucinta, atribui responsabilidade apenas aos envolvidos (operador e executante), resumindo o acidente a considerações genéricas e não aprofundando a análise em como aquele tipo de atividade é desenvolvida no cotidiano daquela unidade. Entender a condição como as tarefas se desenvolvem é necessário, não só para compreender eventos de pequeno risco, mas também eventos de grande magnitude que podem envolver riscos aos trabalhadores e às comunidades vizinhas.



Discutindo um acidente no convertedor de uma empresa siderúrgica, Assunção & Lima (2003) apresentam o que seria o dilema para os prevencionistas:

“...ou bem tratam os acidentes como fatos singulares, caso a caso, gerando uma coleção de análises que, por mais rigorosos que sejam, não chegam a constituir um conhecimento e uma prática efetivamente preventivos, ou então limitam a capacidade preventiva à não repetição dos eventos já ocorridos, aceitando como imprevisíveis (fatalidade?) acidentes de outros tipos.” (ASSUNÇÃO & LIMA, 2003)

Preocupados em buscar novas perspectivas na análise dos acidentes de trabalho, pretendemos neste estudo ir além do modelo estabelecido, utilizando abordagens de autores que possuem uma visão comum: consideram o acidente de trabalho como fenômeno multicausal e questionam a predominância dos aspectos humanos envolvidos no mesmo. Autores como Leplat (1976), Llorry (1999), Dwyer (2006), Almeida (2006), Clot (2006) e Lima (2007) enfatizam a necessidade de se empregar uma abordagem que fuja do diagnóstico que explica o acidente de trabalho como resultado de características ou ações individuais humanas. Devem ser levadas em conta na análise deste tipo de acidente, as várias condições presentes desde a organização do trabalho, passando pelas interações sociais, pela legislação, a subjetividade humana e todos os aspectos que de alguma forma influenciam o desenvolvimento da atividade na tentativa de se atingir o entendimento das condições de trabalho que envolve e determinam o acidente de trabalho.

Nesta monografia, no capítulo 02, abordaremos a atualidade deste tema, acidente de trabalho, observando as estatísticas do Ministério da Previdência Social e demonstrando como os avanços ocorridos em termos estatísticos não podem ser vangloriados, pois os números atuais ainda são bastante significativos, sem considerar que estes números são subnotificados e a real dimensão do problema só pode ser estimada, colocando em cheque a eficácia das ações de segurança do trabalho e dos modelos de análise predominantes.

No capítulo 03 discute-se o conceito de erro humano aplicando-o aos acidentes laborais e os aspectos que podem ser levados em conta na análise desse tipo de evento. A análise das condições reais de trabalho surge como condição importante para uma correta avaliação de evento tão complexo. Foi abordado neste tópico três aspectos que podem ser considerados relevantes para uma boa avaliação das condições geradoras do erro no trabalho: os aspectos sistêmicos, da tarefa e de uma forma mais específica o cognitivo relacionando-os ao erro humano.

No capítulo 04 é abordado o processo cognitivo envolvido na elaboração de um modo operatório e qual é o papel das representações no resultado da atividade.

No capítulo 05 contextualizou-se a atividade industrial onde ocorreu o evento, bem como o subsistema da planta onde estavam os equipamentos que sofreram a manutenção, explicando como é a atividade de liberação do operador, e como ela se envolve na ocorrência do acidente.

No capítulo 06 é discutida a análise do acidente pela organização, a análise pelo operador e pelo executante, e é realizada uma ampliação destas análises para além do erro humano, mostrando a interação entre causas sistêmicas, cognitivas e técnicas.

No capítulo 07 é discutido o papel do modo operatório e das representações do operador no desenvolvimento da atividade, os limites apresentados por esta construção e o seu relacionamento com a falha. Foi adotado aqui o ponto de vista da multicausalidade para este evento.

No capítulo 08 é concluído o relato e a discussão.

2. O ACIDENTE DE TRABALHO

As estatísticas sobre os acidentes de trabalho demonstram que os mesmos fazem parte de uma realidade mundial. O Programa sobre Segurança e Saúde no Trabalho da Organização Internacional do Trabalho - OIT (SafeWork) estima que *"**diariamente** (grifo nosso) *cerca de 1 milhão de trabalhadores são vítimas de acidentes de trabalho e mais de 5.500**

*trabalhadores morrem devido a acidentes ou doenças profissionais*⁴, ou seja, teríamos aproximadamente 270 milhões de trabalhadores acidentados anualmente e quase dois milhões de óbitos.

No Brasil é considerado como acidente do trabalho⁵ aquele que ocorre pelo exercício do trabalho provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte ou a perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho, e também aquele sofrido no trajeto da residência para o trabalho, ou deste para a residência.

Segundo o Anuário Estatístico da Previdência Social⁶ no ano de 2008 foram registrados 747.663 acidentes de trabalho e 2.757 óbitos, ressaltando-se que são apenas casos registrados como acidente de trabalho, entre a população com carteira assinada e quando foi emitido o Comunicado de Acidente de Trabalho - CAT. Os estudiosos da área são unânimes em considerar que estes números não representam a realidade com precisão, que seria um número muito maior do que revelam os dados oficiais.

Quando comparamos as estatísticas oficiais dos últimos anos, é percebido que ocorreram avanços em termos de segurança no trabalho. Numa tabulação realizada pela Revista CIPA⁷ com as estatísticas dos acidentes de trabalho ocorridos no Brasil de 1983 até 2007, o valor máximo ocorreu em 1987 com 1.137.124 acidentes. Comparando com o número de 2007, 653.090 acidentes, houve uma redução de quase 45 % nos valores absolutos, sem considerar o variação da massa trabalhadora no período. Quanto ao número de óbitos variou de 5.738 (1987) para 2.757 (2007) uma redução de quase 50%. Segundo a revista, para cada milhão de empregados foram 257 óbitos em 1987, já em 2007 aconteceram “apenas” 77, e esta é a *“melhor posição nos últimos 25 anos, mostrando proporcionalmente que a mortalidade dentro do*

⁴ Dia Mundial da Segurança e Saúde no Trabalho é comemorado em meio à preocupação pelo impacto da crise econômica mundial. Disponível em <<http://www.oitbrasil.org.br/new27042009.php>> acessado em: 23/09/09 às 11h00min.

⁵ Anuário Estatístico da Previdência Social 2008, Seção IV - Acidentes do Trabalho, Texto Explicativo. Disponível em <<http://www.previdenciasocial.gov.br/conteudoDinamico.php?id=864>> acessado em: 14/09/10 às 15h00min.

⁶ Anuário Estatístico da Previdência Social 2008, Seção IV - Acidentes do Trabalho, Capítulo 30 Tabelas de Acidente de Trabalho, disponível em <<http://www.previdenciasocial.gov.br/conteudoDinamico.php?id=865>> acessado em: 14/09/10 às 15h10min.

⁷ Revista CIPA. **Índices de acidentes do trabalho dos últimos 25 anos**. n.º 347, ano XXIX. Outubro 2008 – p. 98-134.

*universo de trabalhadores está diminuindo*⁸.” Estatisticamente percebe-se a melhora, mas quantas mortes e acidentes de trabalho podem ser considerados aceitáveis?

Esta é uma situação que permanece apesar do esforço realizado para combater e diminuir estes números. Desde a década de 70 o Brasil luta contra esta situação tendo construído um grande aparato voltado para a segurança do trabalho. Temos uma extensa legislação para este campo, com leis, portarias, instruções normativas e regulamentações específicas, existindo inclusive uma Justiça própria para a área trabalhista. Temos uma indústria produtora de equipamentos de proteção individual (EPI) que movimenta bilhões anualmente. As empresas devem constituir um Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina de Trabalho – SESMT (NR-4) com número determinado de profissionais e “*com a finalidade de promover a saúde e proteger a integridade do trabalhador no local do trabalho*”⁹, buscando prevenir o acidente, reduzir os agravos e evitar o adoecimento no trabalho.

Discutindo a dificuldade em converter todo este esforço em segurança no trabalho, Lima (2009) reconhece o pouco que se evoluiu nas últimas décadas.

“Todavia, os resultados práticos, quando se pensa na melhoria das condições de trabalho ou na redução acidentes e doenças ocupacionais, não correspondem ao conhecimento acumulado sobre os problemas e às possibilidades técnicas de prevenção. Apesar de todo o esforço realizado no Brasil nos últimos 30 anos, tanto para compreender os problemas quanto para implementar programas de prevenção, é notório que os índices de acidentes e doenças ocupacionais continuam extremamente elevados” (LIMA, 2009)

⁸ Revista CIPA. **Índices de acidentes do trabalho dos últimos 25 anos**. n.º 347, ano XXIX. Outubro 2008 – p. 98-134.

⁹ BRASIL, Ministério do Trabalho. **Portaria N° 3124, de 08 de junho de 1978 - Norma Regulamentadora 04** – Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho.

Porque será que apesar de todos os esforços os acidentes continuam a acontecer em números significativos? Será que o esforço em segurança do trabalho direciona suas forças de maneira improdutiva? Será que as análises dos acidentes não contribuem para o aprendizado e mitigação dos mesmos?

Nas análises do acidente de trabalho ainda existe a concepção de que são os erros humanos os responsáveis pela existência do acidente de trabalho, fruto de uma cultura de segurança que enxerga nas atitudes do homem, nos chamados atos inseguros, ações contrárias às normas de prevenção do trabalho e provocadores do acidente.

Para Almeida e Jackson Filho¹⁰ (2007) este enfoque reitera a importância dos erros humanos como “causas” dos acidentes e defende estratégias comportamentais para reduzir estes comportamentos indesejados.

“A busca desse objetivo seria baseada em recenseamentos de “atos inseguros” que ensejariam intervenções de devoluções individuais ou coletivas direcionadas à redução de comportamentos indesejados.” (ALMEIDA & JACKSON FILHO, 2007)

É entre os adeptos deste enfoque que se defende a criação da cultura de segurança, entendida como equivalente da soma de comportamentos seguros dos integrantes do sistema como estratégia central para a gestão de segurança. (ALMEIDA & JACKSON FILHO, 2007)

“Esse é, talvez, o mais controverso dos múltiplos sentidos atribuídos à expressão cultura de segurança [...] fica registrada a crítica ao reducionismo dessa visão e à necessidade de explicitação do seu sentido quando a expressão é utilizada.” (ALMEIDA & JACKSON FILHO, 2007)

Esta abordagem também está presente no imaginário dos trabalhadores e reduz a explicação do acidente a apenas um único fator: o erro humano foi o

¹⁰ ALMEIDA & JACKSON FILHO. Acidentes e sua prevenção. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, São Paulo, 32 (115): 7-18, 2007

que gerou o acidente. Ao limitar desta forma as análises dos acidentes, surgem dificuldades intransponíveis para o entendimento dos fatores complexos que estão na sua origem, assim como das suas inter-relações bastante intrincadas.

Para Assunção e Lima (2003) as investigações de acidentes, na sua maioria, se limitam às formalidades legais, as respostas para as ocorrências dos acidentes não serão encontradas nas normas, procedimentos e prescrições definidas apenas com este viés legalista e desconsiderando a totalidade do trabalho. Estes autores citam como exemplo a obrigatoriedade de se produzir mapas de risco¹¹ onde as prescrições legais são cumpridas como exigência burocrática, resultando em mais um quadro pendurado nas paredes das fábricas. Podemos ver a mesma situação com o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional – PCMSO (Norma Regulamentadora 07 – NR 07), com os limites para entrada de dados da Norma Regulamentadora 17 (NR 17) ou na produção do Programa de Proteção dos Riscos Ambientais – PPRA (NR 09) dentre outras.

“O acidente corresponde ao ato inseguro, a causa é substituída pela culpa ou responsabilidade penal, o inquérito policial substitui a análise das circunstâncias e do processo de produção. Não é a conclusão quanto aos atos inseguros que leva à prevenção baseada em mudanças de atitude e de comportamento, mas sim a concepção racionalizante de que o comportamento é determinado exclusivamente pela consciência e que, portanto, o acidente decorre da falta de consciência do risco.”(ASSUNÇÃO & LIMA, 2003)

Quando se adota uma visão do trabalho baseada em procedimentos e normas, a análise do acidente se limitará a apenas um tipo de conclusão, em termos de erros, infrações e desvios (LEPLAT, 1978). A saída para enriquecer as análises de acidente é conhecer a atividade, o trabalhador, as instalações

¹¹ Mapa de Risco: atribuição da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes - CIPA para identificar os riscos do processo de trabalho, e elaborar o mapa de riscos, com a participação do maior número de trabalhadores, com assessoria do SESMT, onde houver (Norma Regulamentadora 05 – NR 05).

técnicas, o local de trabalho, a organização, ou seja, possuir um bom conhecimento do sistema em que o trabalhador está situado.

Questionando o que considera como paradigma tradicional, Almeida (2006) relata que estas análises *“conduzidas no âmbito de empresas e, mesmo, de organismos oficiais, são concluídas de modo a atribuir responsabilidade e culpa pelo ocorrido às vítimas do acidente ou a seus colegas que atuavam nas proximidades”* restando para a vítima o duplo sofrimento: o provocado pelo acidente em si e o de culpado e responsável pelo mesmo.

Esta abordagem tradicional está associada diretamente à atribuição de culpa à vítima, daí surgindo também muitas de suas limitações e insuficiências. Quando se soma a estas condições as implicações legais da situação, teremos como resultado uma séria dificuldade nos esforços de prevenção. Para mudar este paradigma o recomendado é o uso de abordagens que possuam visão mais abrangente (LIMA, 2007).

“As abordagens de acidentes mais recomendadas são as sócio-sistêmicas ou psico-organizacionais, nas quais o acidente é considerado indicador de disfunção no sistema constituído pela empresa e, não, falha do acidentado enquanto “integrante isolado” do sistema sócio-técnico.” (LIMA, 2007)

Propondo que se questione a preponderância do “fator humano” na análise dos acidentes, Llory (1999) provoca convidando a ir além, sair do excepcional do acidente e ir para o dia-a-dia da atividade. Passar da abordagem centrada nas falhas para a compreensão do trabalho real, da organização do trabalho. A sua proposta é de uma clínica do trabalho cotidiano, que destaca a particularidade dos casos, detalhando e descrevendo este trabalho cotidiano, reconhecendo este saber prático e as regras informais de cada coletividade, podendo reacender as reflexões e os debates sobre a segurança.

3. CONSIDERAÇÕES SOBRE O ERRO HUMANO

Errare humanum est (Errar é humano)

Uma situação paradoxal ronda a discussão sobre o erro humano, pois todo erro em algum momento sempre caberá a um ser humano. Excluindo os eventos naturais que não sofreram nenhuma intervenção humana, o resto é de alguma forma responsabilidade dos humanos. Ao traçar uma linha do tempo a partir de qualquer evento, serão localizados diversos momentos de erro, na concepção, na execução, na interpretação de normas, nos procedimentos, no trabalho prescrito, no trabalho real, etc. São várias as possibilidades, pois qualquer sistema a partir do início de suas atividades sofre alterações, sendo enriquecido por quem nele trabalha que alterará suas prescrições. Acontecem adaptações que atualizam o sistema para as exigências de cada momento e dificilmente as organizações manterão os registros dessas mudanças atualizados. Quando se cobra seguir determinado procedimento, ele já ficou para trás, desatualizado.

Para compreender a origem do erro humano, o objeto de interesse devem ser as condições ambientais, organizacionais, sociais, pessoais que fazem uma pessoa acertar ou errar na atividade que está executando. Quais as condições presentes que contribuem tanto o acerto como o erro? Porque determinado operador seguiu um procedimento ou porque o adaptou, ou caso não o siga, desde quando não o segue? A exigência do grupo é que se faça assim ou de outra forma? Se ele não considerou um alarme, ou contornou-o, ou desligou-o, porque agiu assim, qual era sua intenção, sabia das conseqüências, fazia desta forma costumeiramente, ou o fez sem saber? Se aquele trabalhador não usou determinado equipamento de proteção individual (EPI) foi porque era desconfortável, ou acreditou que não precisava ou este é um costume entre seus pares?

As análises de acidente raramente entram neste nível de detalhamento, buscando, principalmente, o ato faltoso individual nas ações imediatas que provocaram o evento. Não se interrogam por que as mesmas aconteceram ou ainda acontecem como se quisessem rapidamente encontrar o responsável,

considerando tudo como inerente ao sistema, como fatalidade, reafirmando que é assim mesmo que são as coisas.

Para Leplat (1987), a análise da origem do erro levanta questionamentos sobre a natureza da interligação entre os eventos que precederam o erro e o mesmo, e qual seria a justificativa para estas ligações. Nos seus escritos este autor insiste que é obrigatória uma análise precisa do trabalho, da tarefa real e suas condições de execução, devendo ser considerado também os objetivos e as motivações internalizados pelo operador.

Lima (2000) comentando afirmação de Alain Wisner (1991) de que toda máquina é cultural, enumera as bases que este autor estabelece para que haja oposição à concepção dominante em análise de acidentes de trabalho: os acidentes são multicausais, existem falhas humanas na rede causal, mas não apenas elas, o sistema técnico não é infalível.

3.1. O erro humano como acidente de trabalho

Foi por ocasião da ocorrência dos grandes acidentes ampliados nos anos 80 que o erro humano chamou a atenção da humanidade, sensibilizando a mídia e a opinião pública. Provocando verdadeiro pavor com uma série de acidentes catastróficos (Three Miles Island em 1979, Chernobil em 1986, Challenger em 1986 e Bhopal em 1984) estes acidentes que para algumas visões *“remetem aos erros, às falhas humanas ou mesmo ao erro dos operadores”* (LLORY, 1999), provocaram o interesse dos especialistas e novas perspectivas para se tentar entender a gênese do acidente de trabalho.

Segundo Rasmussen (1987) basta que haja um desvio do objetivo pretendido que este poderá ser classificado como erro, não só em relação ao desempenho acertado, como também quando há mudanças nos critérios de julgamento, nos requisitos de desempenho, nos requisitos de segurança, nas convenções legais e até mesmo quando o aceito atualmente passa a ser considerado inaceitável no futuro.

Então o erro está presente em vários momentos da vida. Se na infância ele é até permitido, sendo considerado como parte da aprendizagem da criança, na vida adulta seu autor deve arcar com a responsabilidade pelo

mesmo e repará-lo se este produz perdas. Este entendimento, oriundo das demandas jurídicas, permanece também quando o autor é uma das vítimas, bastando que tenha contribuído significativamente na cadeia de eventos e que possa ser caracterizado como o responsável.

Na atividade laboral, o erro assume uma característica muito peculiar: a obrigação de indenizar recai sobre o empregador, pois é através da sua atividade econômica que é criado o risco e, assim ele deve responder pelos danos causados. Resulta deste viés jurídico o impasse em definir quem é o responsável pelo erro que resultou no acidente. Assume aspecto importante definir na conduta do “responsável” se houve negligência, imperícia ou imprudência e assim caracterizar a culpa. Definido quem é o culpado, se empregador ou empregado, a este recairá toda responsabilidade pelo ocorrido.

Esta necessidade jurídica irá contaminar irremediavelmente o evento ocorrido, pois ninguém quer ser o culpado, e isto traz uma grande dificuldade tanto para a análise do acidente, como para os possíveis aprendizados que aquela situação poderia produzir para os que vivenciam situações semelhantes. Os envolvidos se fecham em posições defensivas e dificilmente se conseguirá estabelecer um diálogo produtivo do ponto de vista da segurança e da prevenção de acidentes.

Ao relacionar erros e acidentes, Norman (1980) explicita que os *“acidentes ocorrem freqüentemente sem erros, e os erros ocorrem freqüentemente sem acidente”*. É na riqueza de suas atividades cotidianas que o trabalhador atua mantendo o sistema, fazendo as correções necessárias e criando novas possibilidades de atuação. É nestas correções que surgem as condições para que o erro ocorra. *“Mesmo quando o erro conduz ao acidente, geralmente é o caso de que o acidente era multideterminado, que os numerosos incidentes humanos e ambientais combinaram para causar o acidente”*, prossegue este autor. Restaria ainda a questão de se saber de onde surgem as teorias que informam ser mais de 90% dos acidentes causados por erros humanos, ou atos inseguros. Talvez como conseqüência de que *“os acidentes reais são difíceis de categorizar. Os erros, entretanto, são mais tratáveis”* (NORMAN, 1980).

Quando afirma que *“em vez de ser a primeira causa das catástrofes, o erro não é mais do que um fator entre muitos outros”* De Keyser (2005) relaciona três idéias principais sobre o erro humano: a) o homem apesar de cometê-los é um agente de confiabilidade do sistema; b) pode haver uma inadequação entre as características da situação e os limites do funcionamento cognitivo; c) deve-se aprender a conviver com o erro, pois estes não são completamente negativos.

Considerando um acidente como um sintoma das más relações entre o homem e as condições de trabalho, Leplat (1978) acrescenta que da análise do acidente pode surgir informações sobre as formas de mal funcionamento causador daquela situação. A análise deve ser determinada a partir da situação real de quando ocorreu o acidente, para saber quais são as propriedades do sistema onde ocorreu o erro, se estas são normais ou se são resultado de anomalias. Identifica-se o funcionamento precário através do conhecimento de um determinado número de sintomas e regras de funcionamento deste sistema. Ao relacionar as propriedades do erro à análise das condições de trabalho busca-se revelar a fonte do mau funcionamento entre o homem e suas condições de trabalho e com isto permitir que sejam aplicadas medidas de segurança (LEPLAT, 1978, 1982).

3.2. Aspectos sistêmicos e o erro

Podemos considerar uma empresa como um sistema, pois possui um conjunto de elementos ou componentes independentes que interagem para atingir um objetivo e executam determinadas funções. Para melhor compreender o funcionamento de um sistema, estudam-se os componentes, as relações entre eles e os inter-relacionamentos entre as partes e a partir deste entendimento é que se determina como o mesmo funciona.

Definida como um sistema sócio-técnico por Wisner (1987), uma empresa seria *“o conjunto dos conhecimentos científicos, geográficos, demográficos, econômicos, sociológicos e antropométricos que permitem conceber um conjunto de produção (máquina, oficina, fábrica) e que permitem a uma população determinada ter boas condições de trabalho”* considerando aqui neste caso a *“adaptação da tecnologia à população”*. Por este conceito

este sistema-empresa pode ser subdividido em duas grandes partes principais: por um lado o dispositivo técnico que envolve o maquinário, os procedimentos, as normas e as tecnologias e, por outro lado, o dispositivo social referente às interações sociais humanas.

Discutindo a aplicação da abordagem sistêmica nos acidentes de trabalho, Almeida (2006) explica que o *“enfoque sistêmico centra-se no sistema tomado como totalidade, assumindo que algumas de suas propriedades só podem ser tratadas adequadamente na sua inteireza”*. Considerando uma empresa como um sistema aberto, este autor propõe que o erro seja definido como *“desvio de procedimento racional e normalmente usado como efetivo para enfrentar aspectos da variabilidade do trabalho”*. Esta visão se opõe a visão tradicional que classifica erro como *“desvio de um procedimento ou norma teoricamente definido como jeito certo de fazer o trabalho.”* (ALMEIDA, 2006). Ao apresentar o relacionamento entre as partes como dinâmico este autor discute como este sistema-empresa com o passar do tempo sofre alterações e adaptações e que as mesmas acontecem naturalmente pela presença e intervenção humana.

Para Lima (2007) estas alterações e mudanças provocam novas interações entre os componentes do sistema, e, é claro, que estas, outras novas interações e assim sucessivamente.

“... durante o funcionamento do sistema sóciotécnico, ocorrem mudanças não previstas no desenvolvimento das atividades, fazendo com que, para manter o sistema em funcionamento, ou seja, produzindo, os trabalhadores precisem fazer adaptações locais e estratégias de ação que se traduzem em modos operatórios, ou jeitos de fazer o trabalho que não constam das normas ou prescrições”.

LIMA (2007)

Mas como as necessidades competitivas das organizações as obrigam a trabalhar com recursos enxutos, esta é uma dificuldade permanente: a atualização das alterações e mudanças em seus procedimentos. Somente

após grandes mudanças tecnológicas é que se fazem necessárias novas prescrições. Como consequência os procedimentos, as normas e prescrições dificilmente vão se manter atualizados na mesma velocidade que as mudanças se processam. Nestas condições a forma tradicional de gestão de segurança baseada na adoção de procedimentos, prescrições e normas se contradiz ficando ultrapassada, pois não reconhece além do que prescreve.

Para melhor compreender os aspectos multicausais presentes num acidente, pesquisadores do I.N.R.S. - Institut National de Recherche et de Sécurité desenvolveram uma metodologia para a análise do acidente de trabalho conhecida como Método de Árvore de Causas. Segundo Binder e Almeida (1997):

“Trata-se de método baseado na Teoria de Sistemas, o qual aborda o acidente de trabalho como fenômeno complexo, pluricausal e revelador de disfunção na empresa, considerada como um sistema sócio-técnico aberto. Sua aplicação exige reconstrução detalhada e com a maior precisão possível da história do acidente, registrando-se apenas fatos, também denominados fatores de acidente, sem emissão de juízos de valor e sem interpretações, para, retrospectivamente, a partir da lesão sofrida pelo acidentado, identificar a rede de fatores que culminou no AT”.(BINDER & ALMEIDA, 1997)

Este método parte da idéia básica de que a produção do erro, do acidente, resulta das mudanças na condição “usual” do sistema e segundo Lima (2007), deve partir da identificação destas mudanças, observando as variações ocorridas e estabelecendo categorias para realizar uma análise do acidente. Busca-se entender as condições de funcionamento do sistema para entender as condições que provocam sua fragilização e impedem que as estratégias usuais dos operadores o mantenham operando (LIMA, 2007).

Quando ocorre um acidente de trabalho caracterizado apenas como erro humano, pode ser percebido através da perspectiva sistêmica, que este pensamento está limitado. A interação dos vários aspectos que participam na

ocorrência de um acidente obrigaria a identificar as causas que concorreram para aquele resultado e para entender o que ocorreu. Neste sentido acreditar que somente o operador cometeu erros e, que o dispositivo técnico forneceu um suporte infalível, pode fazer parte de uma ilusão, pois ambos se apresentam falhos.

Para Dwyer (2006) os acidentes *“são considerados um caso específico de erro produzido organizacionalmente”* originados na interação social entre as pessoas num dado ambiente de trabalho. Então uma *“relação social de trabalho é a maneira como são administradas as relações dos trabalhadores com seu trabalho”*. Estas relações das pessoas com o seu trabalho, aí incluso o dispositivo técnico, não podem ser consideradas estáticas. Não podemos considerar nenhuma característica que influencie o local de trabalho *“se não for levada em conta sua inserção nas relações de trabalho, e essa incorporação jamais pode ser considerada estática, uma vez que as relações de trabalho se reproduzem e se transformam continuamente”* (DWYER, 2006).

3.3. Aspectos da tarefa e o erro

A análise dos aspectos ligados à tarefa e ao erro deve considerar onde o mesmo ocorre: no ambiente de trabalho. Sendo uma atividade tipicamente humana, o trabalho é originariamente social, baseado na cooperação dos indivíduos e possui uma divisão técnica que originará as funções do trabalho (LEPLAT, 2004).

É preciso conhecer as características próprias ao ambiente de trabalho, reconhecendo as exigências presentes (físicas, ambientais, cognitivas, organizacionais, etc.) e assim obter os subsídios que são necessários para o levantamento das características da organização, dos seus processos produtivos e dos seus trabalhadores. Esta preocupação é relevante para se entender a forma como o processo de trabalho se desenvolve em cada organização.

Conforme Leplat (1986) *“analisar o trabalho, é primeiro definir a tarefa, a atividade e sua articulação”*. A tarefa *“é o objetivo a ser atingido e as condições necessárias para que isto ocorra”* (Leplat, 2004) e as atividades dependem do que será realizado, das condições ambientais e das características individuais

do operador. Os resultados do trabalho e suas consequências só poderão ser avaliados de forma indireta, através dos seus efeitos sobre os indivíduos e sobre o seu desempenho (LEPLAT, 1986).

Existe também a dificuldade de observar um evento em que esteja ocorrendo uma situação de erro. É preciso que uma condição normal de trabalho se desenvolva que não sofra nenhuma correção e que durante a observação atinja um resultado inaceitável. É por esta razão que a definição dos erros humanos é considerada ambígua por Leplat (2004), pois o operador notando uma ação inadequada vai corrigi-la antes de produzir consequências inaceitáveis.

“...Portanto, se um ato impróprio dado contará como um erro e contribuirá para a freqüência das causas depende tanto das características do ambiente do trabalho, em termos da observabilidade e da reversibilidade imediatas do erro, como depende das freqüências de erro humanas”.(LEPLAT, 2004)

O acidente seria então um “*sintoma de disfunção do humano ou do sistema de condições externas*” (LEPLAT, 2004) e só a análise desta disfunção poderá permitir um melhor entendimento das ligações entre os eventos que levam ao acidente e as condições de trabalho. É preciso analisar o erro em conjunto com a análise do trabalho, buscando o entendimento das ligações entre os sucessivos eventos que conduziram ao erro, ou acidente.

Ao expandir a discussão do erro humano para além do piso da fábrica, Wisner (1994) questiona a restrição da análise do erro a apenas os executantes.

“Em muitos caos, o erro humano é dos dirigentes econômicos e técnicos que constroem, conservam e fazem funcionar sistemas complexos, ignorando as características físicas, cognitivas e psíquicas das pessoas que empregam” (WISNER, 1994)

As mesmas condições de trabalho podem resultar em situações diferentes de acordo com quem atua. Também podemos afirmar que a estabilidade da atividade de trabalho não é verdadeira, pois de acordo com a hora, o dia e até mesmo o aqui e agora de cada trabalhador poderão se alterar tanto o desenvolvimento como as limitações impostas pela tarefa, provocando resultados diferentes. (WISNER, 1994)

A atividade no trabalho pode sofrer influências bastante diversificadas: a forma como está organizada a produção, as variações da matéria prima no tempo, a troca de supervisores, a mudança de proprietários, novos colegas, novas máquinas, novas obrigações legais, etc. e mais uma lista quase infindável de variáveis que podem influenciar o trabalhador e alterar de forma significativa sua tarefa. É a partir desta consideração que compreendemos o papel dos aspectos psicológicos no desenvolvimento da atividade e na produção do erro.

“ ...não se pode negligenciar o fato de que os acidentes são fenômenos complexos para os quais muitos fatores concorrem, devendo, todos eles, ser considerados ao nos debruçarmos sobre sua gênese.(LIMA, 2007)

Como pensar em medidas que possam auxiliar na prevenção sem considerar as principais influências nas pessoas? Este é um aspecto que com certeza pode definir o sucesso ou não da prevenção de acidentes numa empresa. Ao estudar as dimensões psicossociais dos acidentes de trabalho numa empresa siderúrgica mineira Lima (2003) demonstra que além das condições próprias da atividade (siderurgia), entender a forma como se lidava com estes acidentes também teve papel importante na gênese dos mesmos. Ela relata que aspectos influentes como a privatização da empresa em questão, uma política de prevenção inadequada (que busca culpados e desvaloriza a experiência dos trabalhadores) e o descaso com os acidentados e com as testemunhas dos acidentes, se tornaram variáveis importantes naquela situação de trabalho.

“Mesmo se admitirmos que a siderurgia é um sistema complexo, que envolve riscos

considerados por alguns como incontornáveis, não podemos deixar de ressaltar os problemas presentes na política de prevenção adotada pela empresa.” (LIMA, 2003)

Ao ampliar o escopo do que é observado, indo além do erro, a análise das variáveis ambientais e psicossociais pode assumir um papel importante para a compreensão do ambiente de trabalho, e como consequência, para sua alteração em termos de mitigação do risco e aumento da segurança. Ainda distante desta realidade, a psicologia pode participar ativamente deste esforço, contribuindo para a construção das mudanças necessárias com a sua perspectiva e conhecimento sobre o ser humano.

3.4. Aspectos cognitivos e o erro

Utilizando uma perspectiva cognitiva, autores como Norman, Rasmussen e Reason criaram taxonomias de erro, estruturas de classificações baseados nos aspectos cognitivos presentes nas atividades humanas e que permitem observar a grande variedade de erros humanos discriminados, mesmo que estes não se traduzam numa infinidade de categorias psicológicas associadas. Perceberam que nas interações humanas é que são construídas as condições de acerto e erro de uma atividade. Aspectos organizacionais, sociais, culturais, pessoais se interagem e resultam numa gama de variáveis que dificilmente poderiam ser elencadas em cada caso ou antecipadas completamente numa prescrição.

No trabalho, um erro somente é revelado após provocar resultados não esperados e produzir consequências que não podem ser contornadas. Em situações normais, mantidas as condições de funcionamento sob controle e quando o conjunto de atividades executadas atinge o objetivo estabelecido, dificilmente será relatado um erro.

Na visão de Rasmussen (1987), tanto a influência do desempenho humano como os aspectos cognitivos presentes, dificilmente poderão ser objetivamente definidos na análise do erro, pois seu estudo é sempre após o fato ocorrido. Mais este autor ressalta que para analisar um acidente de trabalho deverão ser observados as inadequações homem-tarefa e o projeto de

tolerância ao erro nas situações de trabalho, aplicando-se uma maior ênfase na análise das características de recuperação do erro. Porque é quando falham as possibilidades de correção que surgem as condições para que o erro ocorra. Num sistema muito rígido, com pouca tolerância a erros, uma situação fora do controle pode concatenar com outras variáveis e desencadear um evento de grandes proporções que o operador não conseguirá contornar.

Ao estudar os controles cognitivos e os mecanismos do erro humano, Rasmussen (1987) propôs 03 níveis de controle: baseado nas habilidades, baseado nas regras e baseado nos conhecimentos. No primeiro utiliza-se a destreza para resolução de tarefas de rotina, através de comportamentos, automatizados e que não possuem controle consciente. Um exemplo seria o deslocamento através do ambiente. No segundo nível são usados procedimentos em situações familiares, derivados às vezes da prática, orientados por um objetivo e passíveis de evolução e aprendizagem. Um exemplo seria o uso de um liquidificador. O último nível seria quando o indivíduo encontra situações novas e desconhecidas, necessitando de planejamento cognitivo.

“o objetivo é explicitamente formulado, com base numa análise do ambiente e dos objetivos completo da pessoa. Então é desenvolvido um plano útil - por seleção, de tal forma que diferentes planos são considerados e os seus efeitos testados contra a meta, fisicamente por tentativa e erro, ou conceitualmente por meio de compreensão das propriedades funcionais do ambiente e previsão dos efeitos da plano considerado”. (RASMUSSEN,1987)

No modelo de Rasmussen, os processos cognitivos utilizados variam conforme o nível de recursos utilizados. O nível baseado nas habilidades é o mais econômico em termos de gastos, pois se usa pouco recurso de atenção com as respostas automatizadas. No segundo nível baseado em regras o uso seria intermediário e no último nível baseado no conhecimento consome-se bastante recurso atencional, exigindo concentração e uso de processos analíticos sofisticados.

Para Reason (1987), os erros ou falhas de planejamento *“podem ser classificados em diferentes níveis, ou de acordo com pressupostos teóricos, sobre suas origens dentro do aparato cognitivo, ou por suas características superficiais observáveis”*. Este autor considera que um plano racional é aquele onde se escolhe um curso de ação, daí resultando para o autor um benefício psicológico ou material. Quando surgem falhas de planejamento, estas ocorrem porque as ações humanas *“são governadas por uma complexa interação entre dois modos de controle: o atencional e o esquemático”* (REASON, 1987). O primeiro atua em situações novas, é lento e limitado, e caracteriza-se por necessitar de um grande investimento cognitivo. O segundo é *“default”* e automático, usado para situações familiares, possui agilidade de resposta, não necessitando de grandes esforços cognitivos, mas é pouco eficiente em situações novas. O funcionamento humano estaria num gradiente entre estes dois opostos.

De forma resumida Soares (2009) explica o modelo de erro proposto por Reason (1990) como derivado do conhecimento quando a pessoa não sabe o que fazer. Seria derivado das regras quando se sabe o que fazer, mas são aplicadas as regras erradas ou incorretas. E derivado da habilidade quando a pessoa sabe o que fazer, mas a ação não ocorre como planejada.

Os aspectos cognitivos do erro brevemente apresentados neste tópico ressaltam como é importante levar em consideração estes processos na análise da atividade no trabalho e das situações geradoras de erros. Subjacentes à interação do trabalhador com as ferramentas e instrumentos por ele utilizados, e também na relação com a organização, está presente a cognição humana, uma variável complexa que não pode ser esquecida no estudo do processo de trabalho.

4. OS PROCESSOS COGNITIVOS E O ACIDENTE

“No que diz respeito ao conteúdo cognitivo da própria tarefa, o principal aspecto é a tomada de decisão” (Wisner, 1994)

Segundo Guérin (2001), uma tarefa é composta de um conjunto de objetivos dados aos trabalhadores, com prescrições definidas externamente e

com uma imposição para sua realização em relação ao tempo, fruto da necessidade de se medir a produtividade. Quando realiza uma tarefa, o trabalhador desenvolve uma estratégia para atender esta prescrição, transformando-a em atividade de trabalho. A atividade é “o elemento central que organiza e estrutura os componentes da situação de trabalho”, conseguindo ao mesmo tempo ser resposta aos constrangimentos do trabalho e transformadora dos mesmos (GUÉRIN, 2001).

Cabe ao trabalhador, quando designado para uma tarefa, conciliar as diversas dimensões presentes. O resultado do trabalho será fruto desta conciliação entre as características pessoais, sua formação profissional, sua experiência, os constrangimentos do ambiente de trabalho e suas soluções, a organização do trabalho, enfim, de tudo que de uma maneira ou de outra, irá influenciar para que ele atinja o objetivo pretendido.

“...como esse operador, essa operadora, tendo características pessoais particulares, faz para atingir os objetivos que ele(a) se fixa em função da tarefa que lhe foi confiada, e isso em condições que, mesmo sendo determinadas, não deixam de ser objeto de uma gestão e de uma apropriação pessoal” (GUÉRIN, 2001)

Para realizar a tarefa o operador se utiliza de representações mentais, modelos internalizados da tarefa, elaborados para auxiliar no desenvolvimento da mesma. Essas construções individuais se baseiam na vivência daquele trabalhador, e lhe auxiliam na concretização da tarefa. Como não podem ser observadas, as representações mentais só podem ser deduzidas da observação das condições normais de trabalho ou através de atividades que permitam checar as hipóteses. (LEPLAT, 2004).

Para Guérin (2001), a “dimensão pessoal do trabalho se expressa concretamente nas estratégias usadas pelos operadores para realizar sua tarefa”. Mesmo existindo um procedimento formal, uma tarefa é realizada somente através da “leitura” pessoal do executante, que dará assim uma interpretação para a atividade. Não se questiona aqui a qualidade do procedimento, se o mesmo se apresenta limitado ou não abarca

completamente a descrição da tarefa ou as variáveis envolvidas. O que se discute é a variabilidade das condições de trabalho, que se apresentam de forma singular para cada trabalhador, que também é único em sua experiência profissional e de vida.

Para atingir os objetivos fixados, o operador, com os meios que dispõe, levando em conta seu estado interno e seus conhecimentos, elabora estratégias originais que são objeto de constantes ajustes e novas orientações. (GUÉRIN, 2001)

Para o trabalhador transformar o que lhe é prescrito em uma atividade real, utiliza sua capacidade cognitiva para conciliar as exigências da tarefa e assim realizar o trabalho. Para Guérin (2001), esta intervenção é conseguida através da elaboração de modos operatórios, que são métodos de trabalho, procedimentos, sequências de ações e informações, ou seja, é a forma como cada trabalhador organiza a atividade através do seu saber fazer. Conforme Wisner (1987), para responder às exigências da atividade faz-se necessário também, que o trabalhador exerça o controle sobre os efeitos de sua ação.

“É a partir dessa imagem operatória que o trabalhador colhe informações, decide, segue uma estratégia e age ou deixa o processo técnico prosseguir”. (WISNER, 1987)

As representações da situação são elaboradas num ir e vir entre a realidade da situação e os conhecimentos do trabalhador. Este é um processo cognitivo onde cada novo elemento ou cada nova resposta, originados na situação, mobilizam novos conhecimentos e recursos, que orientam as etapas do fazer, criando às vezes novas representações. Esta vitalidade da representação é necessária para dar conta da vitalidade da realidade da atividade. Existe uma variabilidade muito grande nas situações de trabalho e somente com esta flexibilidade é possível dar conta desta indeterminação (GUÉRIN, 2001).

“Daniellou & Boel (1985) chamam a atenção para a natureza específica dos conhecimentos

adquiridos durante o trabalho, pelos operadores de salas de controle, que se apresentam na forma de representações operatórias. Estas representações, porque assumem uma orientação prática, não são necessariamente negativas, pois têm uma eficácia própria nos diagnósticos dos incidentes e no controle do sistema técnico. (LIMA, 1998)”

De uma maneira geral, podemos entender que os processos cognitivos de controle das variações presentes nos ambientes de trabalho, produzem modos operatórios que visam cumprir os objetivos propostos pela organização, e em última instância, preservar a saúde e a segurança do trabalhador que executa a tarefa. Este modelo interno que auxilia na tomada de decisão, é o mesmo que atuará na interpretação de anomalias e, concordando com Wisner (1994), possui limitações, principalmente em casos de combinações complexas, comuns em instalações industriais.

Pensando em termos de acidente de trabalho, ao invés de “erro humano”, o que existem são falhas, originadas em alguma impossibilidade dos operadores de fazerem uma representação da situação atual, o que prejudica a conduta a ser seguida, frente os constrangimentos daquele momento. (GUÉRIN, 2001)

5. DESENVOLVIMENTO

5.1. A Planta Industrial

A indústria objeto deste estudo está localizada na região metropolitana de Belo Horizonte em Minas Gerais e possui um parque industrial composto de 07 plantas principais com diversas outras unidades auxiliares para tratamento e especificação de produtos.

O local onde ocorreu o acidente está localizado dentro da unidade produtora de carvão de coque (UPCQ), numa planta auxiliar de separação de produtos conhecida como blowdown e iremos aprofundar um pouco o

conhecimento sobre este processo para contextualizar o acidente que iremos discutir.

5.1.1. A unidade produtora de coque (UPCQ)

Esta unidade é responsável pela produção de coque, um tipo de carvão mineral em pedra, constituído basicamente por carbono (90 a 95%), com baixo teor de enxofre e que queima sem deixar cinzas. Este tipo de carvão é produzido na forma de uma pedra sólida, negra, brilhante sendo utilizado como fonte energética na indústria de siderurgia, fundição, papel e celulose, cimento, cerâmica, cal, termelétrica e outras.

É característica deste processo produtivo um funcionamento semi-contínuo, trabalhando com bateladas de matéria prima, que serão admitidas alternadamente em quatro reatores¹² ou tambores, que funcionarão em ciclos de 24 horas através da sincronia entre as seguintes etapas de produção:

- Recebimento da carga de matéria prima;
- Aquecimento no forno e reações de craqueamento;
- Coqueamento no interior do reator;
- Remoção do carvão de coque do interior do reator, tratamento dos gases produzidos (GLP, gás combustível, etc.) e separação dos produtos líquidos (naftas, diesel, etc.);
- Preparação para receber nova carga;

É importante frisar que a carga da unidade, a matéria prima que é processada normalmente, é composta dos resíduos de outra planta industrial, que possuíam pouco valor agregado e eram utilizados na produção de asfalto ou óleo combustível, até o surgimento desta tecnologia de aproveitamento dos resíduos. Tanto o tipo do processo como a origem da matéria prima utilizada influencia o funcionamento desta unidade e o desempenho dos equipamentos, pois da matéria prima se produz o carvão de coque e surge um subproduto indesejável, uma areia fina, que misturada aos fluídos que circulam dentro da unidade poderá provocar entupimentos em diversos equipamentos.

¹² Reator ou tambor: Estruturas metálicas cilíndricas de aproximadamente 30 metros de altura por 12 de diâmetro.

5.1.2. O processo de produção

Através de um ciclo simples de operação, o resíduo ou matéria prima da unidade, é aquecido num forno até a temperatura de aproximadamente 350 °C, na qual se iniciam as reações de quebra das moléculas de hidrocarboneto por craqueamento térmico, essenciais para a formação do carvão de coque. Para

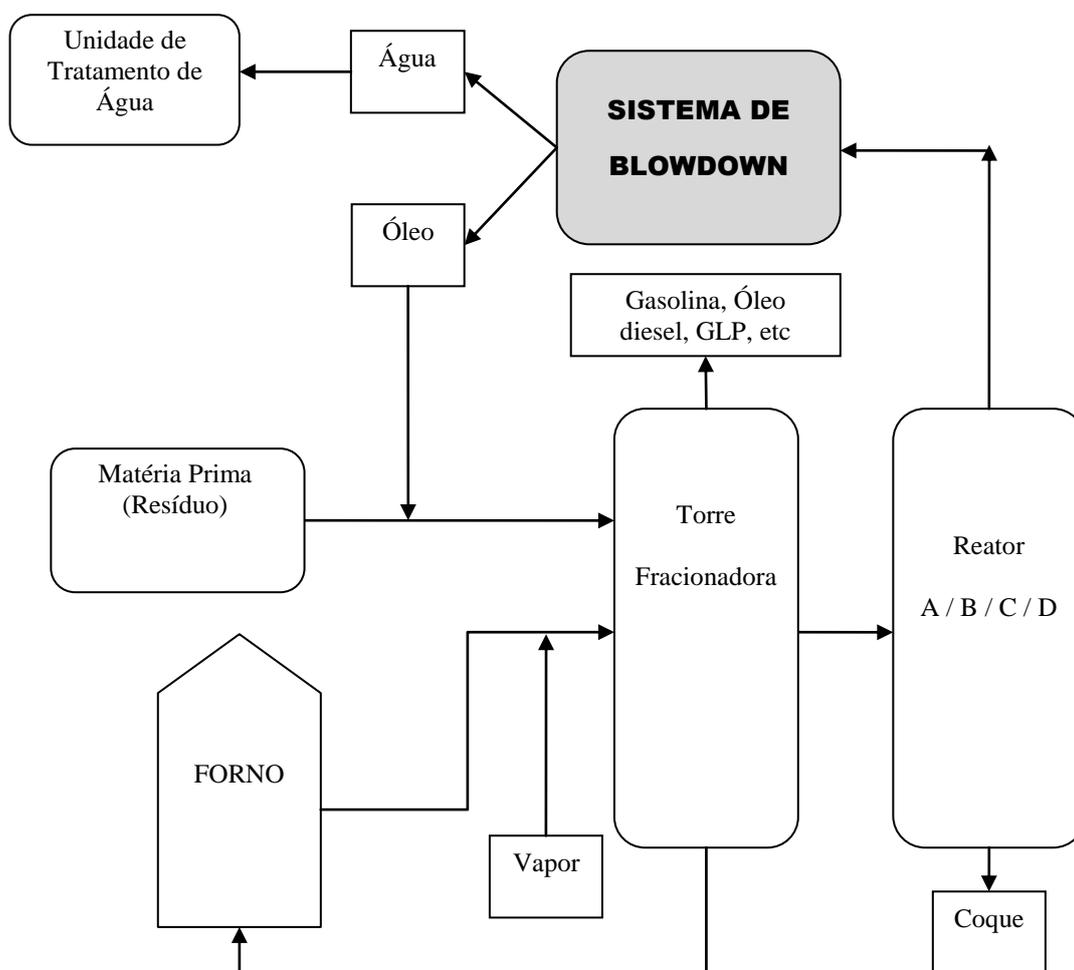


Figura 04 - Diagrama Esquemático da UPCR – Unidade de Produção de Coque

não obstruir as tubulações com este carvão, é injetado vapor de água neste fluxo mantendo-o fluidizado e ambos são direcionados para dentro do reator ou tambor de coque. Dentro do mesmo ocorrerá uma expansão e resfriamento provocando a cristalização de uma massa de coque (vide figura 4).

Quando o reator está cheio desta massa de coque, bloqueia-se o fluxo para o mesmo, e iniciam-se os preparativos de liberação do reator para sua abertura e retirada do coque de seu interior. Primeiro é passado um fluxo de

vapor de água dentro do reator para purgar e resfriar o coque cristalizado lá dentro. Esta injeção de vapor de água no reator retira também por arraste os hidrocarbonetos presentes nos poros do coque e produz um efluente líquido que será recebido na seção de blowdown para separar óleo/água.

Posteriormente, com o reator em temperatura reduzida (≤ 100 °C) e pressão mínima ($\leq 0,1$ Kg/ cm²), faz-se a drenagem da água acumulada no interior e são abertos os flanges das bocas de visita¹³ que dão acesso ao interior do equipamento. Pela abertura superior é introduzida uma lança metálica que soltará jatos de água de alta pressão ($\cong 200$ kg/cm²) para perfurar, quebrar e cortar o coque. Assim ele se desprenderá e desmoronará pela abertura inferior, sendo depositado num tanque no fundo do reator, dali será peneirado e depois separado conforme sua granulometria, e enfim comercializado.

Com todo o coque do interior do reator removido, são fechados os flanges dos bocais inferior e superior, iniciada a purga do reator com vapor de água para remover o oxigênio do seu interior, aquecer e fazer teste de pressão nos pontos abertos. O sistema completou seu ciclo de 12 horas e voltou ao início, estando pronto para receber nova carga de coque.

5.1.3. O local do acidente

O subsistema de blowdown é composto de 05 vasos¹⁴, 12 bombas centrífugas, 2 condensadores¹⁵, 3 filtros e 01 compressor de gases. O objetivo deste subsistema é recolher o fluxo de hidrocarbonetos, água e vapor de água proveniente do reator, resfriando-os e realizando a separação água / hidrocarbonetos. A parte aquosa, denominada de água ácida, será enviada para tratamento noutra planta da empresa. O efluente oleoso retorna para ser aproveitado economicamente como matéria prima e será novamente processado no reator. Como há um fluxo de vapor passando pelas pedras de coque, serão arrastados por este fluxo os finos de coque, que são resíduos indesejáveis originados durante a fase de limpeza e resfriamento do reator.

¹³ Bocas de visita: bocais de acesso ao interior do equipamento.

¹⁴ Vaso: São equipamentos industriais usados como reservatórios de fluidos, de variados tipos, dimensões ou finalidades e cuja função básica é armazenamento de produtos dos processos industriais. Operam com pressão e/ou temperatura variadas.

¹⁵ Condensadores: Trocadores de calor usados para resfriar o fluxo dos produtos.

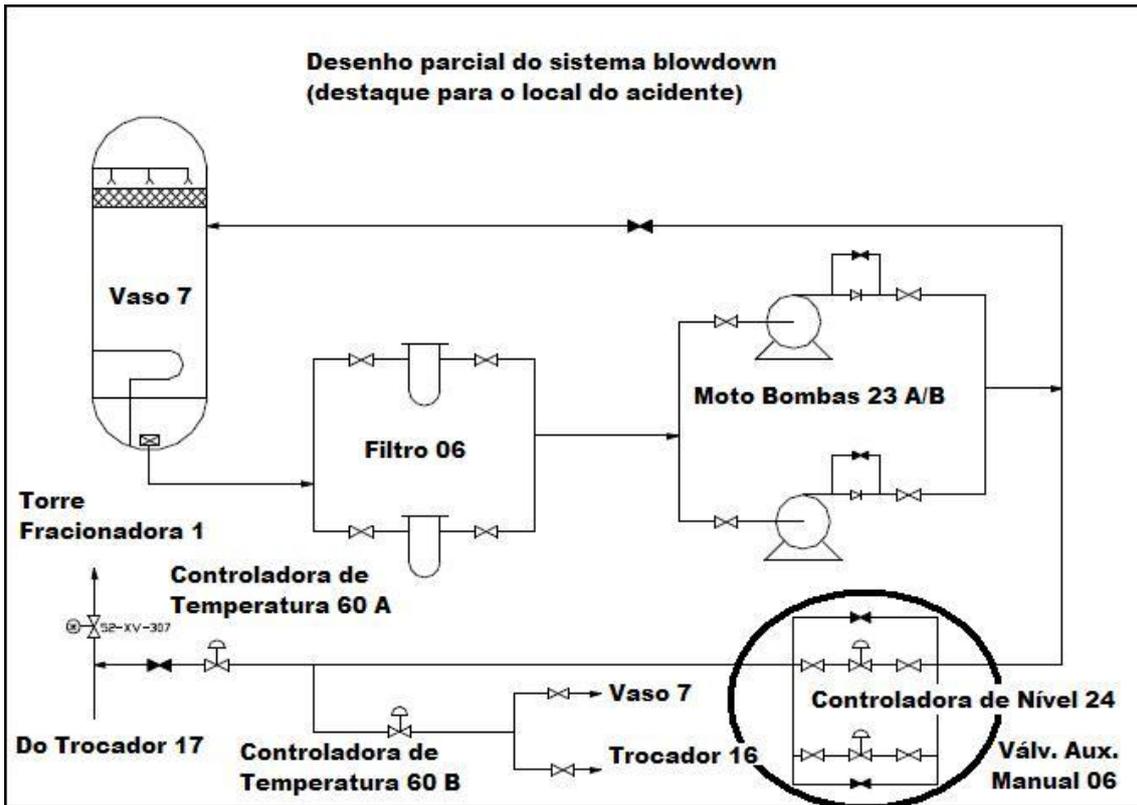


Figura 05 – Diagrama da seção do vaso 07 e com a controladora de nível 24

O acidente ocorreu numa válvula pertencente ao vaso 07, que é o vaso de entrada do sistema, responsável pela primeira separação vapor de água x hidrocarbonetos. A fase de vapor sai pelo topo deste equipamento devido a um controle de temperatura que não permite condensação ali. A fase oleosa sai pelo fundo do vaso, passa por filtros para remoção dos finos de coque e através do par de bombas 23 e da válvula 24 de controle eletro-pneumático, é enviada para aproveitamento junto com a matéria prima que está sendo admitida na unidade, na torre fracionadora. A seção inclui outras válvulas de controle de nível, de pressão, de temperatura e também sensores e alarmes, manômetros.

5.2. As atividades precursoras e o acidente

Na equipe de operação da planta, o operador de área é responsável pela realização de atividades *in loco* na planta, enquanto os operadores de painel fazem o acompanhamento do sistema de controle digital, nos computadores localizados à distância no Centro Integrado de Controle (CIC).

A equipe de área da planta UPCQ é composta de quatro pessoas que se revezam em subsistemas da planta e ficam responsáveis por várias tarefas como, por exemplo, realizar manobras não controladas pelo painel de ligar bombas e compressores, realizar testes químicos locais para acompanhamento dos parâmetros de produção, acompanhar o funcionamento dos diversos equipamentos, monitorarem máquinas, trocadores de calor, torres, observando quanto a vibração, ruídos, vazamentos e quaisquer outros parâmetros que sinalizem falhas. E realizar a liberação de equipamentos para a manutenção.

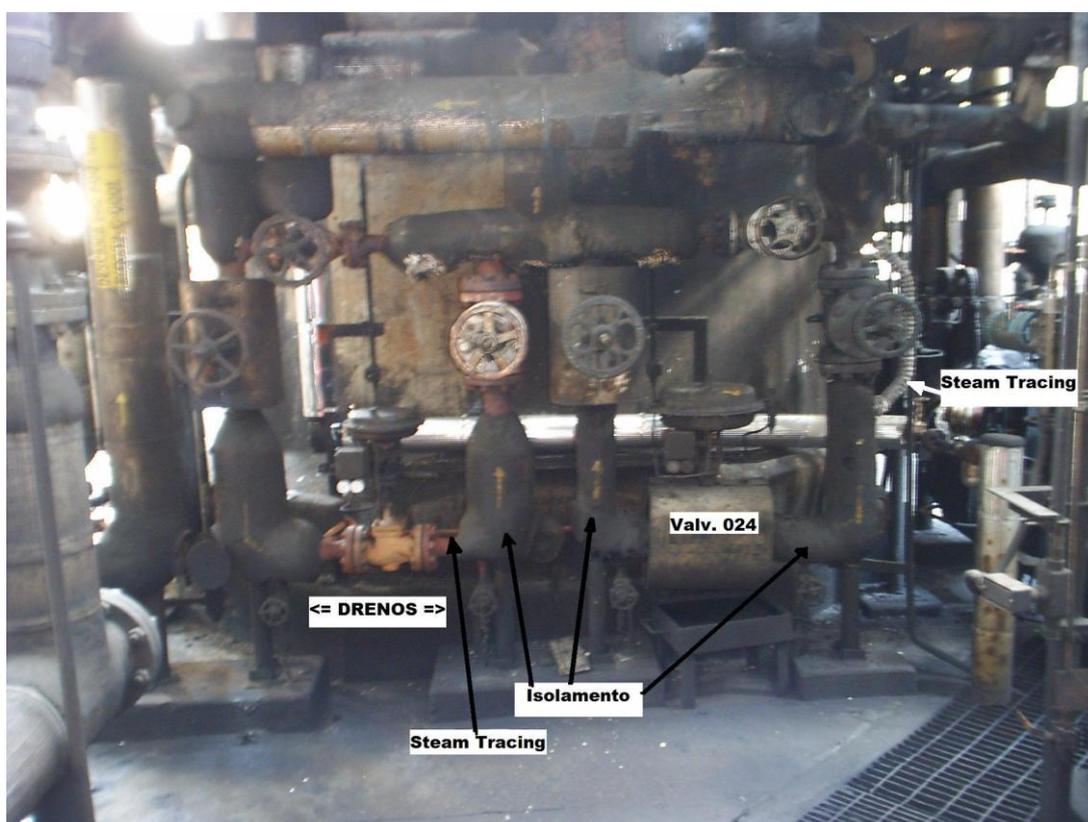


Figura 06 – Local do Acidente e a controladora de nível 24

José (nome fictício) era o operador da planta responsável pela área de blowdown, onde havia uma programação de manutenção a ser realizada naquele dia para troca da válvula de bloqueio do manifold da válvula controladora 24 que se encontrava quebrada. Ele iniciou os preparativos de liberação do circuito que sofreria a intervenção, pois era o responsável por entregar o equipamento em condições tais que o mesmo pudesse sofrer a intervenção sem riscos aos executantes, ao meio ambiente, aos equipamentos próximos e à unidade como um todo.

Durante a liberação do circuito da válvula 24, aconteceu um imprevisto e houve a quebra de uma segunda válvula de bloqueio do tipo gaveta, quando da sua movimentação o que foi atribuído pelo José ao fato de que o mesmo, provavelmente, estava obstruído por finos de coque.

“O procedimento foi feito para a troca de um bloqueio, depois percebeu durante a jogada, que precisava trocar 2, porque um dos bloqueios já estava quebrado e durante a execução do procedimento o segundo quebrou também por resistência que tava tendo de excesso de pó de coque na sede da válvula.” (operador José)

A atividade que havia sido programada para trocar apenas uma válvula de bloqueio sofre então uma alteração, devido ao fato de que seria preciso então providenciar outra válvula de bloqueio, com as especificações técnicas para uso naquele trecho da unidade, e isto não estava planejado. Houve a necessidade de se procurar o almoxarifado e confirmar se haveria em estoque e disponível, uma outra válvula. Cabe ao caldeireiro informar ao seu supervisor esta necessidade e ele deverá se comunicar ao fiscal (funcionário direto da empresa) e este deverá providenciar a mesma junto ao almoxarifado. Localizada em estoque e preenchido os ditames burocráticos, a mesma será retirada do estoque e encaminhada para o local da unidade. Como pode ser observado, houve um atraso no desenvolvimento da tarefa, pois apesar do trecho estar liberado foi preciso providenciar uma nova válvula de bloqueio e isto demandou um tempo que influenciou de forma significativa no desfecho da manutenção.

5.2.1. A liberação do equipamento

Para o operador liberar aquele trecho do circuito, para troca da válvula quebrada, ele primeiro isolou o circuito que seria aberto do restante dos sistemas que continuavam a operar. Conhecedor das condições de funcionamento da planta e dos alinhamentos¹⁶ de interligação entre os seus diversos equipamentos, ele localizou e fechou os bloqueios que garantiriam a

¹⁶ Alinhamento: Circuito de interligação dos equipamentos em processo industrial realizado na planta *in loco* e envolvendo o diagrama deste processo.

interrupção do fluxo naquele trecho e o isolamento do resto da unidade. Este é um momento de risco, pois caso esqueça algum ponto em contato com a parte do sistema que permanece pressurizado, ao abrir o equipamento, poderá vazar produto para a atmosfera e colocar em risco a sua vida e das pessoas próximas.

José demonstra preocupação de não conseguir manter isolados os equipamentos que estava liberando do resto da unidade, e relata as ações promovidas para evitar este risco. Naquele trecho do circuito foi feito o fechamento das válvulas manuais, mas havia válvulas eletro-pneumáticas controladas à distância e era preciso garantir que elas não fossem movimentadas e abrissem indevidamente, pressurizando o sistema. Esta era uma preocupação do operador com estas válvulas, nas quais era preciso garantir que não haveria comando de abertura indevido pelo operador da Casa de Controle, ou abertura caso faltasse o ar responsável pela pressurização pneumática da mesma, ou uma falha elétrica que levasse as válvulas elétricas a abrirem. Todas estas atuações foram realizadas para garantir o circuito isolado.

As medidas técnicas mitigadoras para evitar que as mesmas se abrissem, foram tanto no comando local delas, mantendo-as fechadas. Nas válvulas que não possuíam este recurso foi feito o bloqueio das mesmas por um sistema mecânico de volante que travava sua movimentação mesmo se acionadas à distância, mantendo-as fechadas mecanicamente. Restou então uma válvula que interligava a seção com uma torre fracionadora da unidade, e possuía o comando manual local para bloqueio, mas não possuía volante mecânico que permitiria travá-la na posição fechada.

“havia uma das válvulas que interliga com a torre fracionadora que não tinha volante e não havia como colocar a raquete e então ela ficaria fechada pelo painel [...], mas poderia ter uma falta de energia, de ar de instrumento, e ela abrir e pressurizar o subsistema que estava sob manutenção.” (operador José)

Neste caso excepcional, onde não havia como realizar o travamento na posição fechada de uma válvula, José ressalta que *“passei um tempo lá mais ou menos uma hora e meia estudando uma forma de garantir que essa válvula ficasse fechada, a forma que encontrei foi relativamente segura, foi fechar e despressurizar o ar...”* bloqueando assim seu sistema de acionamento pneumático para garantir a permanência da mesma fechada além do comando local, e *“depois coloquei uma porca travando a haste da válvula, ficou travado, parafusado e mesmo na falta de ar de instrumento ela não abriria”*, ou seja, travando a haste da mesma para ela não movimentaria.

Tendo garantido o isolamento do circuito, o segundo passo seguido por José, foi despressurizar e drenar o trecho liberado para um vaso coletor de resíduo (vaso 07). Sem pressão, mas ainda com impregnações de óleo e finos de coque, foi passado vapor de água com pressão de 3,5 kg/cm² nas tubulações, para limpeza por arraste do que sobrou dentro delas. Conforme José primeiro *“... foi garantido a passagem de óleo, para o vaso 7, depois foi feita a purga de vapor já não pro vaso 7 mas para atmosfera”* pois assim é visível para o operador tanto a limpeza do trecho como a desobstrução dos pontos de drenagem. Busca-se evidências que o trecho está realmente sem obstrução, e assim *“foi varetado os quatro pontos, os quatro drenos, e nos quatro drenos saiu produto...”*. Esta técnica utilizada pelo operador para se certificar que os drenos não estão obstruídos é chamada de varetar¹⁷, onde se enfia um arame no dreno até a atingir a tubulação (veja figura 07), certificando que não há obstrução.

¹⁷ Varetar: Inserir arame de aço rígido através numa tubulação, válvula de dreno ou vent, demonstrando que ali não há obstrução. É similar a passagem de sonda em tubulações residenciais obstruídas.

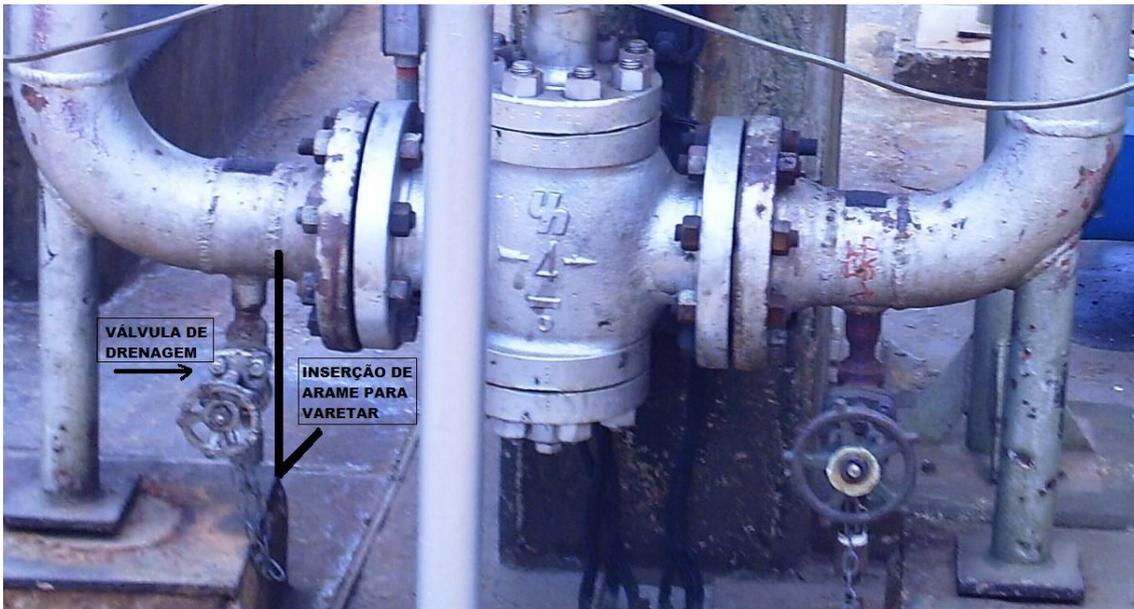


Figura 07 – Exemplo de varetamento em dreno de válvula de controle

No último passo é fechado o vapor, drenada a água que condensou nos internos daquele trecho e o resto de óleo que ainda estivesse presente. Aguarda-se o resfriamento das tubulações para finalizar a liberação e para a última conferência e observação dos pontos abertos para atmosfera (válvulas de dreno e vente). Segundo relato de José os mesmos não estavam obstruídos, pois nos drenos e ventes tinha saído vapor, considerado como indício suficiente para lhe demonstrar que não havia obstrução.

Por norma nesta empresa, nas situações de abertura de um equipamento que conteve hidrocarbonetos e com um risco potencial muito grande, é obrigatória uma avaliação por um técnico de segurança do trabalho. O objetivo é certificar a qualidade da liberação, o bloqueio das energias perigosas e a avaliação da explosividade e toxicidade naquele equipamento liberado. Este técnico de segurança acompanhou inclusive a tarefa de varetar a tubulação, confirmando que estava mesmo despressurizado.

“... serviço de varetagem ele foi feito por mim, que era operador, pelos executantes, e havia um técnico de segurança acompanhando, que ele num tava muito, não tava confiando no tamanho do arame que ele tava usando para varetar, ele pegou um arame três vezes maior e

mais espesso, e varetou ele mesmo em quatro pontos ali junto a válvula, saiu um pouquinho de óleo e parou de sair, então havia aquela confiança de não se ter mais óleo”. (operador José)

Havia inclusive preocupação com a existência de alguma energia residual provocada pela sujeira presente no sistema, que poderia prejudicar a liberação.

“é um sistema que acumula muito, muita sujeira, muito pó de coque, então havia essa preocupação com a energia residual, tava bem estipulado, havia cinco pontos para conferir a energia residual, eram quatro drenos e o próprio ponto onde você ia injetar o vapor, que era na descarga nas 52-P-23 onde você estaria injetando vapor...” (operador José)

Foi entrevistado também um dos executantes, de nome Roberto (nome fictício), e segundo ele observou, as medidas de segurança confirmavam também para ele a completa despressurização daquele trecho que iriam abrir, *“foi tudo formado antes do operador [...], tudo, varetou, abriu vente, varetou tudo para poder sair algum resíduo lá de dentro”,* reafirmando que aquela parte do circuito no momento do acidente estava aberta *“o flange tava espaçado já, os parafusos tudo solto”* e que eles foram *“soltar mais um pouco”* pois ainda havia um resíduo que estava escorrendo e assim *“acabava de escorrer na hora do almoço”*.

5.2.2. O início da manutenção

Por norma qualquer atividade de manutenção deve ser precedida de um documento de autorização para realização do trabalho, conhecido como Permissão Para Trabalho (PPT) que é a ordem de serviço que autoriza o início da manutenção, descreve a tarefa a ser executada, contêm as medidas de controle dos riscos, as condições segurança da tarefa, relacionadas à liberação do equipamento e à execução do trabalho. Cabe ao técnico de segurança do trabalho fazer na Permissão as anotações relativas às suas avaliações

ambientais do equipamento liberado e suas Recomendações de Segurança (RS) a serem adotadas pelos executantes, os EPI's necessários e as outras prevenções que porventura defina.

Outra medida de segurança exigida é o controle de energias perigosas que deve ser feito em situações de liberação de equipamentos. São utilizados bloqueios, raqueteamentos, travamentos e medidas que impeçam a abertura de válvulas e a re-pressurização de tubulações por ocasião de serviços de manutenção, limpeza e reparos. O objetivo é certificar que o sistema permanecerá isolado do restante da unidade, sem pressurizações acidentais que poderiam provocar fatalidades.

“...você tem que bloquear, colocar cadeado, colocar etiquetas, drenar e depois o caldeireiro vêm e abre, em todo setor é assim...” (operador José)

Este sistema busca assegurar que o trabalho transcorra sem acidentes e que toda máquina ou equipamento que esteja liberado assim permaneça: livre de energia potencialmente perigosa. Visa garantir que os equipamentos não serão repressurizados, energizados ou ligados indevidamente ou liberem qualquer energia armazenada que possa causar danos e acidentes.

5.2.3. Descrição do acidente

Após confirmar o isolamento do resto da unidade, a liberação do circuito, a despressurização do sistema, a ausência de resíduos de óleo, colocar corrente e cadeado, onde era possível, para impedir a abertura das válvulas de isolamento do trecho, foi emitida pelo operador José a Permissão Para Trabalho. Ela foi emitida em conjunto com o executante, com as recomendações do técnico de segurança do trabalho e somente de posse da permissão é que o executante da manutenção pode iniciar sua atividade.

Segundo o relatório do acidente, o mesmo ocorreu durante a troca de uma válvula que estava com a bucha quebrada, no momento do espaçamento do flange da válvula que seria substituída, quando ocorreu a depressurização do trecho que ainda continha óleo residual, atingindo o rosto do caldeireiro que estava na frente do flange. Foi considerado que este trecho estava entupido com finos de coque.

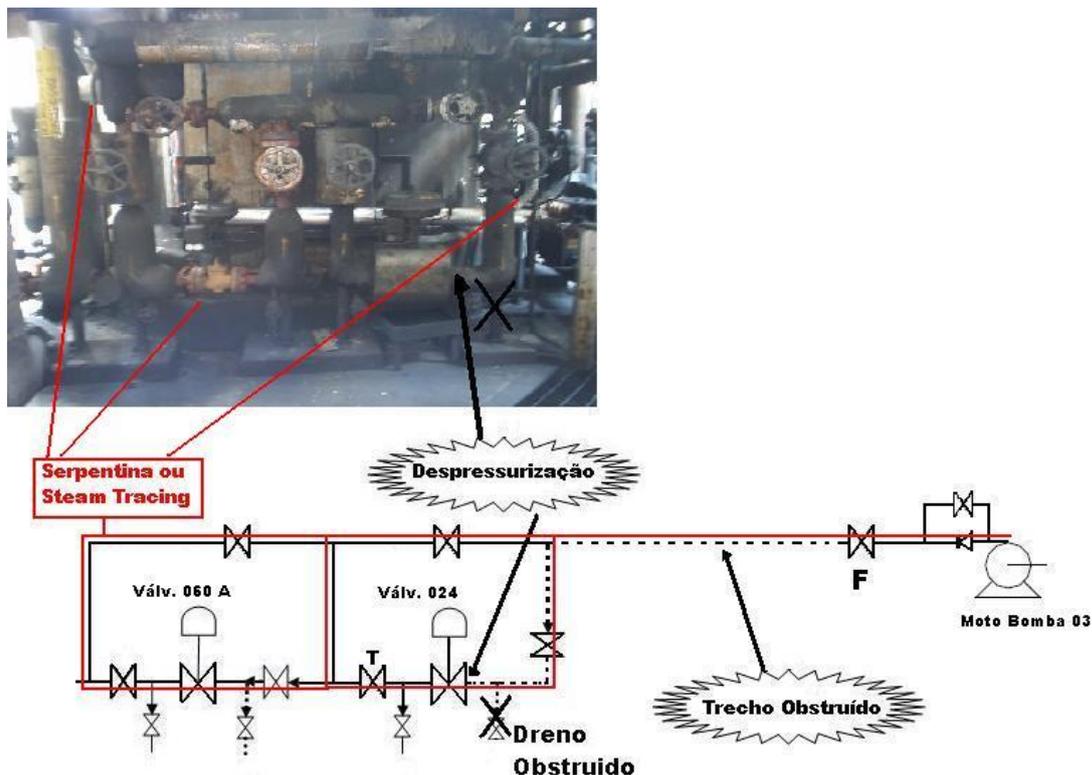


Figura 10 - Local do acidente e diagrama esquemático da obstrução.

Conforme relato do executante Roberto, eles iniciaram a substituição da válvula de bloqueio soltando os parafusos que prendem as válvulas à tubulação através dos flanges¹⁸ (da válvula e da tubulação) “em torno de 9 horas da manhã, por ai neste horário” e o acidente “foi por volta da hora do almoço”. Como seria preciso retirar as “válvulas do conjunto” e não se “conseguiu tirar uma sem tirar três, aí tinha que abrir a linha” em diversos pontos. Também informa que era uma tubulação que se apresentava muito apertada, de difícil acesso para ele e seu parceiro (vide figura 02) e seria

¹⁸ Flanges: Abas soldadas na borda de um tubo, com furos na sua face, usadas para parafusar uma tubulação em outra tubulação também flangeada.

preciso, “*abrir todas três, espaçar uma da outra para ter espaço*” e que foi necessário usar uma “*catraca*¹⁹ [...] *para puxar o cabo, para abrir, espaçar o flange do outro, para você conseguir remover nesse momento as três*” para fazer estas movimentações.

Pelo relato do operador José o acidente ocorreu

“... quando a gente foi espaçar novamente esse trecho, houve uma despressurização brusca e liberou uma quantidade de óleo com pó de coque, talvez um volume aí de uns 2 litros, [...], mas como havia dois caldeiros junto à válvula e um operador que era eu, que táva muito próximo, e o flange que a gente tava espaçando era da altura exata do olho, do caldeiro, do meu olho, a despressurização veio de encontro exatamente ao nosso olho...” (operador José)

O que causou surpresa aos envolvidos na tarefa foi que apesar dos diversos pontos abertos no trecho, houve a liberação inesperada de restos do produto e que estes estavam com pressão no interior da tubulação. A surpresa vem do fato de que o operador, o técnico de segurança e o executante confirmaram que a tubulação estava despressurizada naquele trecho.

6. ANÁLISES DO ACIDENTE

6.1. Análise pela organização

A investigação do acidente pela empresa concluiu que houve duas causas imediatas. Uma foi falha no planejamento da atividade, ao não se prever a presença de finos de coque no sistema. A outra foi o uso de um equipamento de proteção individual inadequado em local que poderia ter a presença de sólidos no fluido. A causa básica é única e seria a “*baixa percepção de risco pelo pessoal envolvido no planejamento / execução da tarefa*”. É uma análise sucinta com considerações genéricas, que não

¹⁹ Catraca: Dispositivo mecânico para movimentação de carga, com sistema de roldanas para aliviar o peso.

aprofundam e muito menos analisa a atividade, nada dizendo de como o trabalho é realizado no cotidiano daquela unidade. Para Almeida (2000) “o encontro do responsável ou culpado, torna desnecessário investigar as causas do acidente, deixando intocados os fatores que lhe deram origem”.

As preocupações com a liberação e com os riscos envolvidos não aparecem no relatório e não são discutidas as medidas mitigadoras que foram executadas pelo operador ou as recomendações que o técnico de segurança escreveu. Na análise é atribuída a ocorrência do evento ao comportamento das vítimas, sendo que este caráter individualizante resume a ocorrência a uma distração dos acidentados, a uma baixa percepção do risco.

“Tradicionalmente as análises de acidentes do trabalho concluem atribuindo culpa às próprias vítimas e negando a existência de problemas ou disfunções nos sistemas que dão origem a esses eventos. Nas últimas décadas, surgem visões que questionam esse desfecho e destacam a ocorrência de acidentes como avisos da existência de disfunções sistêmicas, sinais da ocorrência de problemas incubados que precisam ser ouvidos e adequadamente interpretados pelos sistemas de gestão de saúde e segurança do trabalho – SGSST” (ALMEIDA, 2006).

Mas não é isto que ouvimos quando José, refletindo sobre sua atividade dentro da refinaria e o risco sempre presente no ambiente de trabalho, nos relata que existe uma compreensão por parte de todos, e que fica latente quando acontece um acidente.

“esse risco a gente já passou por ele muitas vezes, ... a gente já viu muito acidente com morte, né, alguns, alguns com falha de liberação, alguns com falha no procedimento da liberação, mas quando acontece com a gente a coisa ...” (operador José)

E conclui que aquela foi uma situação pouco comum, que dificilmente se repete no dia a dia, mais ressalta que mesmo assim ela se reflete para outras atividades mais perigosas e que são mais comuns ao processo da unidade. Nestas o risco pode ser acentuado e envolve grandezas físicas mais expressivas.

“Verifica-se, assim, que os acidentes ocorrem não porque os riscos sejam desconhecidos ou os trabalhadores não tenham sido devidamente treinados nos novos procedimentos. Este é o limite do modelo de formação baseado estritamente em normas e procedimentos técnicos transmitidos aos trabalhadores via educação formal.” (FONSECA e LIMA, 2007)

Para Leplat (1984), uma abordagem promissora em análise de acidente de trabalho poderá ser encontrada se a análise for orientada mais para a definição de melhorias e reforço na segurança futura do que para causas do passado.

6.2. Análise pelo operador

Segundo José, o atendimento pelo setor de segurança foi rápido, pois após comunicar o ocorrido eles chegaram rapidamente ao local, mas foi notado por ele que quem chegava ao local do acidente, olhava o cenário e o questionava procurando alguma falha, buscando pelo erro humano.

“eles correram muito nos bloqueios, verificando os bloqueios, se tava com corrente, conversando com painel se havia havido comunicação com painel e área...” (operador José)

Informa inclusive que houve na análise do acidente o uso de máquina fotográfica para registro do local onde ocorreu e que o setor de segurança industrial na sua investigação do evento conferiu se ele havia cumprido algum procedimento *“se foi checado as válvulas a ser isoladas, as que deveria ser liberada, se realmente haviam sido, se foi checado o ponto de drenagem e*

despressurização”. A segurança industrial parece buscar uma justificativa para aquele acidente ocorrer, mas na verdade procura encontrar alguma falha por parte dos envolvidos. Queriam a explicação para o acontecido de forma imediatista, certos de que alguma parte do procedimento não fora seguida e por isto aconteceu a falha. Conferiram se houve falha na liberação, se cumpriu o procedimento, se havia um planejamento da atividade, se usavam os equipamentos de proteção indicados, se seguiram as recomendações do setor de segurança industrial.

“procurar o procedimento para ver se foi seguido e procurar imediatamente as falhas [...] tentando localizar algum bloqueio que não foi fechado, alguma válvula que não foi colocado cadeado, algum dreno que não foi aberto ou algum ponto que não foi varetado, as primeiras perguntas que vem são essas: você varetou os drenos, você confirmou se saiu óleo, depois que você fechou o bloqueio de vapor você pôs corrente, o pessoal vem olha e fotografa isso rápido para ver se você não está mexendo no cenário.” (operador José)

Apesar de buscarem um culpado, segundo José, isso foi minimizado em relação a ele, pois tanto o setor de segurança como a gerência do UPCQ *“... não avaliou como erro operacional porque, porque ele seguiu o procedimento”* e acabaram oficiosamente considerando o evento *“... mais na situação de fatalidade, mais é uma fatalidade que, só é uma fatalidade entre aspas”*. Apesar disto no relatório do acidente é apresentada como sua a falha de planejamento da tarefa, mesmo que isto não signifique uma punição, ou que ele não se considere oficiosamente como culpado.

Apesar dessa justificativa, há um sentimento de culpa, um desconforto que o leva a acreditar que algo poderia ter sido feito. Em suas hipóteses argumenta que talvez com um EPI diferente, mais robusto, ou uma ferramenta que distanciasse o executante do flange. Ele não percebe que dentro dos cuidados necessários e observando a sua experiência na atividade, se cercou de precauções para que não houvesse uma pressurização do sistema.

“se a gente tivesse tido um pouco mais de cautela [...]para fazer o serviço, na hora de espaçar o flange invés de usar a chave, a chave curta, a gente poderia ter pego uma alavanca que o próprio caldeireiro possui, ter espaçado de longe, ou ter usado um EPI melhor, EPI com protetor facial, ter previsto até uma coisa mais séria, ter previsto usar um avental, uma luva mais forte, teria evitado 100%, e mesmo se a situação fosse mais grave tivesse tido uma quantidade maior de óleo ali dentro, ou tivesse esquecido algum bloqueio, com uma percepção melhor tivesse tido uma percepção melhor, o uso do EPI mais abrangente, não teria tido nenhuma consequência pessoal, seria só um incidente, então o que fica esse aprendizado para a gente sempre ter mais cautela ainda.” (operador José)

6.3. Análise pelo executante

Na investigação do acidente Roberto só foi ouvido na reconstituição do evento. Ele confirma o que José informou na sua entrevista, que não foi encontrado nada fora do procedimento usual neste tipo de liberação, que ele estava trabalhando dentro do que fora definido na sua permissão de trabalho.

“ Eu não vi não, nós fomos lá e mostramos o que foi feito, mais a segurança ... não tinha nada fora dos padrões, então não precisou de fazer, nem fizeram nada, tiraram fotos das válvulas. (executante Roberto)

Como é comum numa análise após o fato ocorrido, surgiram recriminações travestidas de recomendações, sobre o que poderia o executante ter feito ou usado para evitar o acidente ou suas consequências. Foi cobrado porque Roberto não usava um tipo de protetor facial que teria evitado que o produto lhe atingisse a face. Esta recriminação / recomendação vai no sentido do que conclui o relatório do acidente e reforça a culpa do indivíduo, que não usa um equipamento que ele só saberá que precisa usar

quando houver a despressurização que lhe atinge o rosto. Nada é dito da atividade, apenas das consequências, não se discute como são realizadas as tarefas após a liberação do equipamento, não se pergunta porque ele não usava o protetor facial ou o que lhe deu certeza de não haver mais pressão naquele trecho.

“O engenheiro (da empresa em que trabalhava) só falou para mim que eu tinha que usar o protetor facial, se eu fosse abrir tal, tinha que usar o protetor, mas e não tinha isso aí antes, ninguém não tinha.” (executante Roberto)

Numa organização onde seguir o procedimento possui um alto valor, qualquer acidentado se defende reafirmando que seguia todas as normas e procedimentos. Neste tipo de organização descumprir um procedimento é considerado como algo muito grave. Por desconhecer como a atividade se desenvolve, os investigadores se baseiam no que está escrito e consideram que esta atitude é passível de sanções. Mas a desobediência somente aparece caso ocorra um acidente.

“ Comigo também um deles falou do ocorrido se eu tivesse fora da norma né, aí eu poderia ouvir alguma coisa, se eu tivesse fora de norma poderia ouvir alguma coisa porque eu tava errado mais não foi erro meu ... aí se tivesse fora da norma eu tinha que escutar muita coisa mesmo, a gente tem que procurar trabalhar na norma.” (executante Roberto)

Roberto é funcionário de uma empresa terceira, e, durante sua entrevista, fica demonstrado seu desconforto, ao lembrar o acontecido, evitando inclusive a confrontar as conclusões que lhe parecem óbvias.

*“foi uma falha, **diz que foi uma falha né**, eles num ter bloqueado ele, aquele steam tracing.” (executante Roberto)*

6.4. Ampliação da Análise

6.4.1. Efeito provocado pela extensão da atividade

Como estava programada a substituição de uma válvula de bloqueio, o planejamento da atividade havia adquirido a mesma e ela se encontrava disponível para a manutenção. Como na liberação do circuito uma segunda válvula quebrou, houve uma modificação no planejamento da atividade, e foi preciso prolongar o tempo de liberação enquanto se buscava no almoxarifado uma segunda válvula de bloqueio. Assim, o sistema permaneceu aguardando a substituição da outra válvula de bloqueio que estava quebrada.

”o procedimento foi feito para a troca de um bloqueio, depois percebeu durante a jogada, que precisava trocar dois, porque um dos bloqueios já estava quebrado e durante a execução do procedimento o segundo quebrou também por resistência que tava tendo de excesso de pó de coque na sede da válvula.”

“não havia no local o bloqueio nem a junta ainda, então, tanto aquele tempo esperando o pessoal buscar o bloqueio, buscar a junta, [...] e isso atrasou em mais ou menos umas duas horas e meia, três horas até a gente ter tempo de remover tudo”. (operador José)

No momento do acidente já havia flanges e pontos abertos para atmosfera, e considerando esta situação, os envolvidos concluíram que o manifold estava realmente despressurizado. Há um raciocínio lógico nesta situação que inspira a confiança das pessoas. Com circuito isolado das interligações pressurizadas da planta, e com os pontos abertos para atmosfera não apresentando produto saindo por eles, a conclusão é que o trecho não estava mais pressurizado. Como não fora modificada nenhuma variável da liberação, dificilmente iria haver uma pressurização. Esta afirmação é confirmada por José quando ele diz que

“os bloqueios já estavam meio espaçados, quando aconteceu o acidente os dois flanges das duas válvulas já se encontravam espaçados meio centímetro, estava só tentando acabar de espaçar, para remover a junta antiga, e poder tirar a haste fora. Na hora a gente estava até mais confiante de não ter mais óleo, mais pressão nenhuma, porque já tava com volumes espaçado.” (operador José)

E também pelo executante que compartilhava desta visão quando diz

“..ninguém poderia imaginar que tinha uma coisa lá entupido [...] já tava tudo espaçado desde cedo, já tava removendo parafusos de cima e embaixo, aí aconteceu o que ninguém esperava” (executante Roberto)

Com os flanges espaçados, José tentou adiantar o desenvolvimento da tarefa e pediu aos executantes que adiantassem as aberturas necessárias para a troca do segundo bloqueio antes de irem almoçar

“... o pessoal já tava quase indo pra almoçar e a intenção era remover os dois bloqueio antes do almoço e quando eles voltassem, já com os bloqueios novos e as juntas, terminaria o serviço e, quando a gente foi espaçar novamente esse trecho, houve uma despressurização brusca e liberou uma quantidade de óleo com pó de coque”. (operador José)

“voltei lá porque o operador falou comigo, pediu para fazer isso, quebra o galho lá, para seguir e terminar mais rápido, e tal, enquanto vocês vão almoçar, podia ter evitado isso ai, esse zebrão, e aí e tá o resultado aí.” (executante Roberto)

Como era uma atividade que envolvia soltar os parafusos que prendem o flange e depois abrir um espaço entre cada flange para retirar a junta para

servir de modelo a ser confeccionada, os dois caldeiros estavam muito próximos do flange, estavam com o rosto próximo do mesmo.

“...e as válvulas davam aqui na mesma altura do meu rosto, todas três, eu tenho até a folha depois te mostro como foi, aí saiu aquele jato de uma vez, água com tudo misturado e óleo e resíduo bateu no meu rosto, meu rosto aqui, minha orelha aqui...” (executante Roberto)

“assim que teve o problema nós afastamos, abaixamos e afastamos, e a despressurização na mesma forma que começou muito rápido ela acabou também muito rápido, foi apenas um jato rápido de óleo mais é um óleo muito quente e impregnado muito de pó de coque que é um pó muito fino, tão fino quando talco...” (operador José)

6.4.2. Efeito provocado pela energia residual

Para José a causa mais provável para o acidente foi sua confiança de que não havia outra fonte de energia que poderia pressurizar o sistema. Apesar de haver bloqueado o vapor usado na limpeza das linhas e feito o isolamento do sistema do resto da unidade, ele não levou em conta a existência de outra fonte de energia, a serpentina externa com vapor para aquecimento da linha ou como ele mesmo diz

“...acredito que o erro que teve foi que, tanto o procedimento como na minha visão, depois de fazer isso, a gente iria fechar esse dreno de vapor na interligação na P-29, o vapor [de limpeza] já tava fechado, tava com corrente e cadeado e fechei esse vapor [...] o steam tracing [na serpentina que envolve a tubulação] ficou alinhado, o erro do procedimento e erro também meu, foi não atentar para isso, que o steam tracing de todo esse sistema ficou alinhado ...” (operador José)

Essa fonte de energia residual, o steam tracing, é uma serpentina feita com um tubinho fino de cobre, que envolve a tubulação principal para aquecê-la com calor através da passagem de vapor de água dentro dela. Esta técnica é utilizada em tubulações que transportam líquidos de alta viscosidade para mantê-los aquecidos e assim garantir condições de fluidez para bombeio. Falando sobre o que aconteceu, ele explica que:

“...é que o steam tracing, ele continuou esquentando a linha e foi produzindo pressão naquele óleo que ainda tava remanescente ali no sistema, como o óleo [...] está muito impregnado de pó de coque, então esse calor foi pressurizando o óleo que tava na parede, foi pressurizando, criou uma energia e quando a gente foi espaçar o bloqueio novamente para poder remover a válvula [...] quando a gente foi espaçar novamente esse trecho, houve uma depressurização brusca e liberou uma quantidade de óleo com pó de coque ...”
(operador José)

Também para o executante Roberto o steam tracing foi o responsável pelo ocorrido

“ninguém poderia imaginar que tinha uma coisa lá entupido, tinha lá viu vapor subindo em volta, era para aquecer mesmo, saiu, porque em que foi escorrendo deu aumentada de uma vez”
(executante Roberto)

6.4.3. Efeito provocado pelos finos de coque

Um terceiro fator contribuinte para o acontecimento foi o acúmulo de sujeira, finos de coque, que são carregados para esta parte da unidade no momento de resfriamento do reator com vapor de água. Esses finos irão aparecer dentro das tubulações e promover o surgimento de incrustações e sujeiras nas tubulações e neste caso a ele foi atribuída à obstrução daquele

trecho de linha, impedindo a despressurização para a atmosfera quando aconteceu o aquecimento e o trecho ficou com pressão.

*“Quando a gente abriu as linhas, a gente viu que a quantidade de pó de coque lá era realmente era suficiente para tampar aquele orifício do, da, da parte interna da válvula e falsear essa impressão, dá uma impressão falsa para gente”.
(operador José)*

Na interpretação do operador, o acidente teve como causas a associação da fonte externa de calor (o steam tracing) com a demora para buscar o segundo bloqueio a ser trocado. A sujeira de coque presente na tubulação causou a obstrução, o calor gerou a pressão que não encontrou escape para a atmosfera através dos pontos abertos e achou este escape apenas quando abriram o segundo flange do bloqueio. Segundo ele estas diversas causas concorreram para que o evento acontecesse.

“ a teoria mais próxima do que pode ter acontecido é a questão da linha de steam tracing ter ficado alinhado e ter esquentado o óleo que ficou na parede, que ficou junto com aquele pó todo, de coque, ter gerado essa energia até por causa do volume [de resíduo dentro da tubulação]...”(operador José)

Nas tomadas de decisão referentes a esta tarefa, bem como para a resolução de anomalias que por ventura surgissem, José construiu modelos cognitivos internos, que são uma representação mental sobre o estado real das condições de liberação daquele circuito. Não foi concebida uma interação entre estas três variáveis, que também não pôde ser percebida por nenhum dos envolvidos na tarefa, executante ou o técnico de segurança.

*“... tava escorrendo um óleo, óleo diesel, bem fininho com resíduo de coque, que a linha ali com aquela sujeira mais era bem pouquinho e dentro dela daquele jeito, ninguém ligou não”
(executante Roberto)*

Quanto à possibilidade de entupimento por resíduo de finos de coque, esta situação sempre esteve presente na representação do operador. Tanto é que ele havia passado vapor no trecho removendo os resíduos para um vaso coletor, havia passado vapor pelos drenos abertos do circuito liberado para a atmosfera, e havia varetado estes drenos. Eram as suas medidas mitigadoras para esta situação e que se revelaram insuficientes.

“...então havia essa preocupação com a energia residual, tava bem estipulado, havia cinco pontos para conferir a energia residual, eram quatro drenos e o próprio ponto onde você ia injetar o vapor, que era na descarga nas 52-P-23 onde você estaria injetando vapor [...] você iria cortar o vapor e teria um dreno nesse ponto de injeção que também seria um ponto para despressurizar.” (operador José)

7. DISCUSSÃO

O evento ocorrido junto à válvula 24 da unidade de blowdown, poderia ter recebido um tratamento mais apurado por parte dos analistas da empresa, pois conforme Leplat (1978), melhorar *“a análise da gênese de um acidente significará essencialmente melhorar o conhecimento do trabalho no seu sentido mais amplo”*. A ampliação do entendimento auxilia na compreensão das causas do acidente e pode orientar as mudanças necessárias no fazer do dia-a-dia. Aqui pecam os encarregados da segurança, que não conseguem ir além de prescrições legais e normativas, se prendendo a respostas que muito das vezes limitam as soluções. Para ultrapassar este limite das análises, é preciso conhecer como se desenvolve a atividade de trabalho, durante a normalidade das operações, e assim entender no dia-a-dia, quais aspectos contribuem para a gênese do acidente de trabalho.

No caso em estudo, mesmo num evento simples em uma atividade de manutenção, viu-se confirmada a máxima que plantas químicas são sistemas complexos, com partes interconectadas, que dificultam o diagnóstico de uma falha durante a ocorrência, pois a interação complexa de algumas variáveis,

não permite compreender de imediato suas causas e conseqüências. A conclusão sobre o ocorrido só é possível numa análise após o fato, quando se detêm o conhecimento de todas as variáveis e se pode refletir sobre o resultado. (WISNER, 1987).

Em muitos casos podemos considerar, como dito por Lima & Assunção (2000) ao discutir um acidente no setor siderúrgico, que a produção é um “laboratório” em escala real de grandeza, onde uma parte dos fenômenos e dos riscos envolvidos é desconhecida, e somente após o fato é que serão conhecidas as formas de prevenir. No evento estudado, pode ser questionado como seria possível se antecipar a associação de variáveis tão distintas, e que sozinhas e independentes não seriam responsáveis pelo acidente, mas quando interagiram, produziram a falha que levou ao acidente. (LIMA & ASSUNÇÃO, 2000)

Para sistematizar estas variáveis, bem como os efeitos provocados pelas mesmas sobre o acidente, será usado um modelo proposto por James Reason (1990), conhecido como o modelo do queijo suíço, onde serão listadas as barreiras ao erro utilizadas pelo operador e as falhas que se relacionaram, influenciando e permitindo o evento. Este modelo considera que em todo sistema existem barreiras defensivas, que podemos definir como barreiras ao erro, na analogia seriam as fatias de um queijo suíço. Elas possuem a função de proteger contra os acidentes e situações de risco potencial, funcionando como filtros desenvolvidos pelas organizações com o objetivo de evitar, minimizar ou proteger-se de danos operacionais. As causas das falhas são os furos nas barreiras de proteção, na analogia os furos nas fatias do queijo, e o acidente ocorreria quando os furos, nas várias camadas defensivas, se alinham e permitem que a trajetória do acidente venha a ocorrer atravessando as falhas nas barreiras.

No acidente foram usadas diversas barreiras ao erro, interpostas pelo operador através de ações individuais, de segurança ou organizacionais. Foram elas:

- Precauções na liberação de parte do sistema de blowdown, com diversas medidas de segurança, para evitar a pressurização do

mesmo pela abertura indevida de qualquer válvula fechada que isolava o circuito do restante da unidade em pleno funcionamento;

- Passagem de vapor no circuito, antes da liberação, para a limpeza dos resíduos presentes no interior do equipamento e minimizar o risco de entupimento;
- Varetamento dos pontos abertos para a drenagem, certificando que eles não estavam entupidos ou bloqueados, ação repetida inclusive pelo técnico de segurança;
- Avaliação da liberação pelo operador, pelo executante e pelo técnico de segurança;
- Emissão da permissão para o trabalho, identificando a atividade, o equipamento e com as recomendações do operador e do técnico de segurança para a execução da tarefa;

No alinhamento dos furos, que permitiu a falha, três causas se relacionaram e estabeleceram a cadeia de eventos que resultou no acidente.

- 1.º) O atraso na atividade de manutenção, quando surgiu mais uma válvula de bloqueio para ser trocada, fornecendo o tempo necessário para que a energia calorífica fosse aplicada à tubulação e se transformasse em pressão.
- 2.º) A presença dos finos de coque, resíduo indesejado do processo, que entupiu o ponto aberto para atmosfera naquele trecho próximo ao flange da segunda válvula a ser trocada.
- 3.º) O não bloqueio do steam tracing, sistema de aquecimento da tubulação com vapor, que com sua energia calorífica produziu uma pressurização no trecho obstruído.

A interação inesperada destas falhas foi responsável e produtora deste acidente singular. As barreiras de segurança empregadas não foram suficientes para determinar um resultado diferente. Podemos ressaltar que foi determinante no resultado a complexidade deste sistema industrial, com *“interações provenientes do acúmulo de aspectos ou fatores que, vistos*

isoladamente, não são considerados como risco e, mesmo em seu conjunto, não permitem prever os desfechos a que se associam". (ALMEIDA, 2006)

7.1. A representação da atividade do operador

Para o operador José, a atividade de liberação se inicia, quando o responsável pela manutenção na unidade de coqueamento lhe comunica que está programada a troca de um bloqueio quebrado do manifold da válvula controladora 24. Com as informações recebidas ele irá desenvolver uma estratégia para proceder à liberação (GUERIN *et al*, 2001), antes mesmo de iniciar, tentando visualizar todas as possíveis implicações que esta tarefa lhe acarretará. Seu primeiro passo foi elaborar um desenho mental do alinhamento²⁰ do circuito que envolve a válvula de bloqueio e suas interligações a outras unidades de processo; depois, definir os pontos a serem fechados para garantir o isolamento do trecho em relação à unidade que permanece operando normalmente. Também precisará prever as interferências que esta intervenção provocará no restante da unidade, os riscos da sua atividade de liberação e os riscos para a manutenção.

"A gestão cognitiva da atividade inicia-se antes da ação mediante plano que permite compreender a tarefa e orienta as ações a serem realizadas. "(ALMEIDA, 2004)

Após este momento de previsão do seu fazer, José foi conferir na área industrial o equipamento que sofreria manutenção, aproveitando para se certificar *in loco* do alinhamento relacionado à válvula 24 e suas interligações com o restante da planta. Neste momento o modelo operatório desenvolvido passa pelo teste de realidade, sofrendo atualizações provocadas pela situação concreta que ele encontrará no local. É no curso de sua ação, quando detecta as perturbações ao que havia planejado, que serão mobilizadas a atenção, os conhecimentos e a experiência para atualizar a estratégia pensada. (AMALBERTI, 1996 *apud* ALMEIDA, 2004).

A atividade do operador passa então a se organizar em função dos diversos objetivos estabelecidos. São, conforme Guérin *et al*. (2001), desde

²⁰ Alinhamento: interligação usando tubulações de todos os equipamentos de uma unidade.

objetivos gerais, como a liberação do circuito da válvula 24 para troca de uma válvula de bloqueio, passando por objetivos intermediários como o varetar para se certificar de desobstruções ou colocar cadeados para garantir que uma válvula de bloqueio permaneça fechada, e até mesmo objetivos pessoais, como o pedido de José para os caldeiros abrirem um flange (o flange do acidente) antes do almoço para adiantar a liberação que já estava com atraso.

“Para atingir os objetivos, levando em conta os meios de que dispõe e seu próprio estado, o operador vai elaborar modos operatórios.”
(GUÉRIN et al,2001)

Um objetivo relevante, que orientou as ações de José, foi manter isolado o trecho liberado, garantindo a não abertura indevida das válvulas de bloqueio, que seriam por ele fechadas, para que o circuito permanecesse isolado.

“Então, havia da minha parte duas preocupações, grandes, com relação à liberação, primeiro os pontos que não seria possível colocar raquete e seria fechado só por válvulas, eu tava com aquela preocupação de fechar as válvulas [] garantir que essas válvulas ficassem fechadas ...” (Operador José)

Coligada a essa preocupação estava outra, de evitar o risco de uma ré-pressurização com produto presente no restante da unidade, que permaneceria operando. Não só pela abertura indevida, mas também pelo esquecimento de algum alinhamento de interligação a equipamento pressurizado.

“A segunda grande preocupação é com energia residual porque o sistema estaria interligado por válvulas de controle ...” (Operador José)

Para Guérin et al. (2001) é em “função de sua formação e experiência, [que] um operador estabelece ligações preferenciais entre certas configurações de realidade e ações a realizar.” Só que estes saberes, ainda segundo esse autor, terão seu funcionamento ativado conforme o encadeamento das ações (GUERIN et al, 2001). É o que se observa como resultado das preocupações expressas por José, que o levaram a se ocupar, com um conjunto de ações

para manter o isolamento do circuito. Ele informa que gastou um tempo de aproximadamente uma hora e meia para encontrar as soluções que garantiriam que as válvulas de isolamento ficariam fechadas.

Outra preocupação relatada foi com o risco representado pela presença dos finos de coque, e como eles poderiam afetar a liberação. Este era um contexto em que a atividade ocorria, uma parte da planta com presença de resíduo de óleo e impregnado com finos de coque. Esta sujeira, inclusive, foi considerada como responsável pela quebra da primeira válvula de bloqueio e durante a liberação, da segunda válvula. Para Lima (2000), *"a atividade se realiza sempre em contextos específicos"* com variações que mudam a situação de trabalho e obrigam o trabalhador a tomar micro-decisões para conseguir resolver estes pequenos, *"mas recorrentes problemas do cotidiano da produção"*. (LIMA, 2000)

"A anormalidade dos eventos está presente todo o tempo, mesmo nas situações de normalidade. Os trabalhadores se pré-ocupam (o termo fala por si mesmo) para não terem problemas mais tarde." (LIMA, 2005)

Na tentativa de garantir a limpeza e evitar obstruções, José aplica sua experiência e conhecimentos sobre liberação, se utilizando de medidas técnicas próprias ao seu fazer: passou vapor nas tubulações para limpar o trecho e varetou os drenos abertos para confirmar que não estão obstruídos. Ele observou os pontos abertos, por onde saía vapor, e ficou evidente de que ali não havia obstrução, concluindo que sua ação foi efetiva. A preocupação com obstruções neste sistema também era compartilhada com o técnico de segurança e com o caldeireiro Roberto.

"...então havia essa preocupação com a energia residual [...] havia cinco pontos para conferir a energia residual, eram quatro drenos e o próprio ponto onde você ia injetar o vapor, que era na descarga da bomba." (Operador José)

"... o processo de varetar foi acompanhado por um técnico da SMS, ele só liberou lá depois que

*viu varetar e que saiu produto, depois que foi despressurizado, durante a despressurização saiu vapor nos quatro [pontos abertos]”
(Operador José)*

Foi observado que houve um planejamento da atividade pelo operador José, que havia um conhecimento dos principais riscos envolvidos na atividade e uma preocupação em mitigar os mesmos. Havia claramente um compromisso cognitivo, como designado por Amalberti (1996) *apud* Fonseca & Lima (2007) no desenvolvimento da tarefa. José se preocupou em garantir sua segurança pessoal, do executante e do sistema. Também buscou desempenhar a contento sua tarefa, com o mínimo de consequências fisiológicas e mentais para sua pessoa. Para compreender o erro ocorrido é preciso entendê-lo como resultado da quebra do compromisso cognitivo, ao se chegar ao limite da representação do sistema, limite imposto pela complexidade.

7.2. Limite da representação cognitiva

Todas as ações desenvolvidas por José foram orientadas pelo seu objetivo inicial de liberar o trecho solicitado para a manutenção. Elas atendiam também sua preocupação com a pressurização pelo lado interno das tubulações e ao risco de obstrução presente naquele sistema. O que ele não atentou foi para o fato de existir o steam tracing alinhado no lado externo da tubulação (vide figura 06). Esta omissão ao não bloquear o steam tracing, pode ser considerada como uma falha na representação do estado real do sistema, no modelo mental utilizado pelo operador para a liberação do trecho da unidade que não contemplava esta variável.

“Os bloqueios já estavam meio espaçados, quando aconteceu o acidente, os dois flanges das duas válvulas já se encontravam espaçados meio centímetro, estava só tentando acabar de espaçar, para remover a junta antiga, e poder tirar a haste fora. Na hora a gente estava até mais confiante de não ter mais óleo, mais pressão nenhuma, porque já tava com volumes espaçados (Operador José)

A falha na representação se associou a complexidade própria a esse tipo de indústria, uma planta petroquímica produtora de coque. Um processo produtivo organizado como um conjunto integrado, com variedade de equipamentos, de componentes, de trabalhadores, de procedimentos e de funções, que podem apresentar interações inesperadas como característica própria, ou nos termos de Perrow (1984, *apud* Lima e Assunção, 2000), uma “complexidade interativa do sistema”.

Existiram inclusive aspectos não relatados por José, mas que podem ter influenciado sua decisão, como a temperatura da tubulação no momento da liberação, que estava aquecida, devido passagem de vapor (quase 100°C) para limpeza dos resíduos. Esta informação ambiental pode tê-lo confundido, levando-o a não perceber o aquecimento provocado pelo steam tracing. São características do sistema que contribuem para induzir a falha. São falhas de julgamento, de interpretação da realidade, condições que responderam aos constrangimentos presentes naquele momento na atividade.

“... o steam tracing ficou alinhado, o erro do procedimento e erro meu também, foi não atentar para isso, que o steam tracing de todo esse sistema ficou alinhado.” (operador José)

Outro aspecto relacionado à falha é o pouco costume existente entre os operadores desta empresa, de liberar os sistemas auxiliares, como o de steam tracing, em conjunto com a liberação de circuitos diretos do processo.

Podemos entender, segundo Assunção e Lima (2000), que as ações desenvolvidas foram *“diretamente relacionados às estratégias usualmente empregadas pelos trabalhadores para agilizar e facilitar o trabalho (regras de economia de tempo e de esforço físico [...])”*, e são formas cotidianas de regulação da atividade próprias a cada pessoa e a cada coletivo de trabalhadores.

“Em geral, os operadores têm explicações razoáveis para as suas ações julgadas erradas por outros. São precisamente as interações de pequenas falhas que os levam a construir

representações inadequadas em suas mentes.”
(LIMA. 2000)

A solução seria o que propõe Amalberti (1996, *apud* Lima & Assunção, 2000), uma abordagem produtiva da segurança e que mantenha a segurança, onde *“a análise de riscos pode se antecipar efetivamente aos acidentes e se associar diretamente à produção e à sua gestão cotidiana, diminuindo a distância entre segurança e operação do processo”* (LIMA & ASSUNÇÃO, 2000).

8. CONCLUSÃO

“As análises de acidentes realizadas após sua ocorrência incorrem sistematicamente em um viés inerente a toda avaliação retrospectiva: as incertezas, dúvidas e hesitações que sempre fazem parte das ações em curso desaparecem e a sequência de atos e eventos que levaram ao acidente aparecem como se fossem unidos por uma necessidade única, evidente e, finalmente, previsível. Eis a principal razão para se reforçar a tendência a responsabilizar os atores envolvidos diretamente ou indiretamente no acidente. A conclusão é que eles poderiam ter “facilmente” evitado o acidente, cuja causalidade se mostra tão transparente nas análises a posteriori” (LIMA & ASSUNÇÃO, 2000)

Segundo Leplat (1978) *“um conceito de trabalho baseado apenas em normas, regras e procedimentos poderá induzir apenas uma análise do acidente em termos de infrações e desvios”*. E assim foi feito pelo relato dos investigadores das causas do acidente, quando eles consideraram o erro como fruto do não planejamento da tarefa, sem especificar o que seria este planejamento ou o que ele deveria antecipar. Desconsideraram que o mecanismo que não alcançou o resultado pretendido no momento do acidente é o mesmo usado no cotidiano pelos operadores e que lhes permite resolver a grande maioria das perturbações identificadas no trabalho. (ALMEIDA, 2006)

Como os Sistemas de Gestão da Segurança no Trabalho (SGST) possuem uma limitação de eficácia na melhoria das condições do ambiente de trabalho, é preciso superar esta limitação, apresentando alternativas ao modelo tradicional / comportamental que não leva em conta os aspectos cognitivos que atravessam a atividade. Os procedimentos de gestão devem ir além de prescrições genéricas da tarefa, reconhecendo os conhecimentos e habilidades usadas pelos trabalhadores, como aplicam suas estratégias para evitar os acidentes, suas representações dos riscos presentes, a interação com os colegas e os constrangimentos originados no ambiente de trabalho. (LIMA, ASSUNÇÃO e CÂMARA, 2007)

Conseguiu-se, nessa análise, entender a multiplicidade e a dinâmica dos fatores que levaram José ao erro, identificando os múltiplos fatores presentes no evento, as interações complexas, os mecanismos que desencadearam o acidente e as condições pré-existentes, ultrapassando o paradigma individualizante e inibidor da prevenção (ALMEIDA, 2007). O saber prático do trabalhador, também levado em conta, com sua preocupação em promover a segurança em seu local de trabalho e seu empenho para desenvolver a tarefa. Buscou-se aqui a necessária aproximação entre a segurança erudita, abstrata, dos engenheiros e a segurança concreta do piso de fábrica, indo além das respostas simples. (LLORY, 1999)

O objetivo que norteou a ação de José, liberar o circuito e evitar acidente, se baseava no seu conhecimento os riscos envolvidos, permitindo a ele se antecipar aos mesmos e colocar barreiras que considerava relevantes para evitar os mesmos. Neste caso, houve uma interação imprevista entre condições, por causa da maneira como as falhas puderam interagir e pela forma como o sistema é construído. Essa tendência à interação é uma característica do sistema, e não de uma peça ou de um operador, e é chamada de “complexidade interativa”. (CARDOSO & CUKIERMAN, 2007)

A atual situação dos acidentes de trabalho no Brasil demanda mudanças urgentes na gestão da segurança, e os atuais instrumentos utilizados não se atentam para a necessidade da construção de uma autonomia efetiva dos trabalhadores. Produzindo novos conhecimentos, reelaborando regras de organização do trabalho, permitindo que os saberes tácitos de segurança

alterarem a organização, só assim será possível conciliar as necessidades da produção em conjunto com a regulação individual e coletiva no trabalho.

É necessário constituir equipes que possuam espaços de comunicação entre os diversos saberes que habitam o ambiente de trabalho, sendo esta outra estratégia de segurança a se desenvolver, para que se consiga eficácia na prevenção do acidente e ao mesmo tempo consiga superar o modelo tradicional.

*“A cultura de segurança não é algo que floresce pronta em uma organização, assim como uma experiência de alguém que viu a morte de perto; ao contrário, ela emerge gradualmente através da persistência e aplicação sucessiva de práticas terrenas. Não há nada de místico nisso”.
(REASON, 2000)*

A análise de um acidente é sempre a análise de um fato já ocorrido. A busca de melhoria em segurança, para que se possa efetivamente alterar a realidade de trabalho, deve ocorrer no cotidiano das atividades. Somente quando ao analisar quais são os mecanismos cognitivos que levam um operador a escolher uma opção de liberação e entendê-los dentro da dinâmica de sua atividade, é que se construirá novas formas de gestão da atividade. É nas situações normais de trabalho que são encontrados os alicerces do acidente, e também a maneira de se evitá-los. Somente o trabalhador, que domina a atividade, é capaz de fornecer subsídios para que se possa alterar a mesma e criar uma nova concepção de segurança, onde *“os compromissos cognitivos, as micro-regulações, as variabilidades do processo e os incidentes”* (LIMA & ASSUNÇÃO, 2000) assumam papel importante na construção deste novo modelo.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA BRASIL. *País gasta R\$ 42 bilhões com acidentes de trabalho por ano.* Disponível em <http://www.agenciabrasil.gov.br/noticias/2009/04/28/materia.2009-04-28.0972881686/view> consulta em 27/09/09 às 09h00min.

ALMEIDA, I.M. **Trajetória da análise de acidentes: o paradigma tradicional e os primórdios da ampliação da análise.** *Interface*, Botucatu, [on line], vol.10, n.19, pp. 185-202, Jan-Jun 2006.

_____ **Abordagem sistêmica de acidentes e sistemas de gestão de saúde e segurança do trabalho.** *InterfACHES Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente*, São Paulo [on line], vol.01, n.02, Artigo 1, Dez. 2006.

ALMEIDA, I.M.; BINDER, M.C.P.; **Metodologia de análise de acidente de trabalho – Investigação de acidentes de trabalho.** In: Combate aos acidentes fatais decorrentes do trabalho. MTE/SIT/DSST/FUNDACENTRO, 2000.

_____ **Estudo de caso de dois acidentes do trabalho investigados com o método de árvore de causas.** *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro [on line], v. 13, n. 4, pp. 749-760, Out-Dez 1997.

ALMEIDA, I.M.; JACKSON FILHO, J.M. **Acidentes e sua prevenção.** *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, São Paulo, 32 (115): 7-18, 2007.

APRENDIZ. **Acidentes de trabalho matam 57 mil por ano no país.** Disponível em <<http://www2.uol.com.br/aprendiz/guia-de-empregos/primeiro/noticias/ge041005.htm>>. Acesso em: 29/09/09 às 09h00min.

ASSUNÇÃO A.A., LIMA F.P.A. **A contribuição da ergonomia para a identificação, redução e eliminação da nocividade do trabalho**, pp. 1767-1789. In R Mendes (org.). *Patologia do trabalho*. 2ª edição revisada e ampliada. Editora Atheneu, São Paulo, 2003.

BAUMECKER, I.C. **Acidentes do trabalho: revendo conceitos e preconceitos com o apoio da ergonomia.** Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2000.

BRASIL. Ministério da Previdência. **Lei Nº. 8.213, de 24 de Julho de 1991.** Dispõe sobre os Planos de Benefícios da Previdência Social e dá outras providências.

- _____. Ministério do Trabalho e Emprego. **Anuário Estatístico de Acidentes do Trabalho: AEAT 2007** / Ministério do Trabalho e Emprego... [et al.]. – vol. 1 (2007) – Brasília: MTE : MPS, 2008.
- _____. Ministério do Trabalho. **Portaria N° 3124, de 08 de junho de 1978 - Norma Regulamentadora 04** – Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho.
- CARDOSO, V.A.F., CUKIERMAN,H.L. **A abordagem sociotécnica na investigação e na prevenção de acidentes aéreos: o caso do voo RG-254**. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, São Paulo, 32 (115): 79-98, 2007.
- CÂMARA, G.R., ASSUNÇÃO, A.A., LIMA, F.P.A. **Os limites da abordagem clássica dos acidentes de trabalho: o caso do setor extrativista vegetal em Minas Gerais**. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, São Paulo, 32 (115): 41-51, 2007.
- CHIANCA, T.C.M. **Falhas de enfermagem no pós-operatório imediato de pacientes cirúrgicos**. Rev. Latino-Am. Enfermagem, Ribeirão Preto, v. 14, n. 6, Dec. 2006.
- CLOT, Y. **A função psicológica do trabalho**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2006.
- DE KEYSER. **O erro humano**. In: CASTILLO, J. J. VILLENA, J. (Eds.). **Ergonomia. Conceitos e Métodos**. Lisboa, PT: DINALIVRO, (2005).
- DINIZ, E.H.P., ASSUNÇÃO, A.A, LIMA, F.P.A. **Prevenção de acidentes: o reconhecimento das estratégias operatórias dos motociclistas profissionais como base para a negociação de acordo coletivo**. Ciênc. saúde coletiva, Rio de Janeiro, v. 10, n. 4, Dec. 2005 .
- DWYER, T. P. **Vida e morte no trabalho: acidentes do trabalho e a produção social do erro** – Campinas, SP: Editora da UNICAMP; Rio de Janeiro, RJ: Multiação Editorial, 2006.
- FEDERAÇÃO ÚNICA DOS PETROLEIROS. **Informe FUP**. Disponível em http://www.fup.org.br/email_geral/fup_619.pdf>. Acesso em 23/12/2009 às 20h50min.

- FONSECA, E.D., LIMA, F.P.A. **Novas tecnologias construtivas e acidentes na construção civil: o caso da introdução de um novo sistema de escoramento de formas de laje.** Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, São Paulo, 32 (115): 53-67, 2007.
- GUÉRIN, F. et. al **Compreender o trabalho para transformá-lo A prática da ergonomia.** Blucher : Fundação Vanzolini, São Paulo, 2001.
- LEPLAT, J. **Accident analyses and work analyses.** Journal of Occupational Accidents. 1: 331-340. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, Netherlands: 1978.
- _____. **Accidents and incidents production: methods of analysis.** Journal of Occupational Accidents. 4: 299-310. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, Netherlands: 1982.
- _____. RASMUSSEN, J. **Analysis of human errors in industrial incidents and accidents for improvement of work safety.** Accident, Analysis & Prevention. Vol. 16. No. 2, pp. 77-88. Pergamon Press Ltd, Great Britain: 1984.
- _____. **L'analyse psychologique du travail.** Revue européenne de psychologie appliquée 54 (2004) 101–108. Elsevier SAS, www.sciencedirect.com: 2004.
- LIMA, F.P.A. **A ergonomia como instrumento de segurança e melhoria das condições de trabalho.** In: Anais do I Simpósio Brasileiro sobre Ergonomia e Segurança do Trabalho Florestal e Agrícola (ERGOFLOR), Belo Horizonte/Viçosa: Universidade Federal de Viçosa/FUNDACENTRO, 2000.
- _____. **A transcendência do valor: flexibilidade, focalização, terceirização e subordinação do trabalho.** Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2000. <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2000_E0053.PDF> Acesso em 23/12/2009 às 21h30min.
- _____. **Princípios para a análise de acidentes de trabalho em serviços de saúde do trabalhador no SUS.** In: Curso “Saúde do

Trabalhador e Ecologia Humana” Caderno de Textos, p.255-264, ENSP: Rio de Janeiro, 2007.

_____ **Ações coordenadas em saúde do trabalhador: uma proposta de atuação supra-institucional.** Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, São Paulo, 34 (119): 67-78, 2009.

_____ **Patologias das novas tecnologias.** Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1998_ART087.pdf> Acesso em 08/12/2010 às 10h30min.

_____ **Norma e Atividade Humana: modelos dinâmicos da prescrição e historicidade das situações de trabalho.** In: Trabalho e abordagem pluridisciplinar: estudos Brasil, França e Argentina. DIEESE/CESIT (Orgs.). São Paulo (DIEESE) e Campinas (CESIT): 2005.

_____ **Para uma nova abordagem da Segurança do Trabalho.** In: LIMA, F.P.A. & ASSUNÇÃO, A.A. Análise dos acidentes: Cia de Aços Especiais Itabira. Laboratório de Ergonomia DEP/UFMG, Belo Horizonte, 2000.

VIEIRA, C.E.C., LIMA, F.P.A, BARROS, V.A. **Uma abordagem da Psicologia do Trabalho, na presença do trabalho.** Psicologia em Revista, Belo Horizonte, v.13, n.1, p. 155-168. Junho, 2007.

LIMA, M.E.A. **Contribuições da Clínica da Atividade para o campo da segurança no trabalho.** Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, São Paulo, 32 (115): 99-107, 2007.

LLORY, M. **Acidentes industriais: o custo do silêncio: operadores privados da palavra e executivos que não podem ser encontrados.** Rio de Janeiro, RJ: Multimais Editorial,1999.

NORMAN, D. A. **Errors in Human Performance.** (Tech. Rep.). La Jolla: University of California, San Diego, Center for Human Information Processing, 1980.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO. **Dia Mundial da Segurança e Saúde no Trabalho é comemorado em meio à preocupação pelo impacto da crise econômica mundial.** Disponível

em <<http://www.oitbrasil.org.br/new27042009.php>> Acesso em: 23/09/09 às 11h00min.

PERROW, C. **Complexidade, interligação, cognição e catástrofe**. Análise e Conjuntura, Brasília/DF, 1 (3): 88-106, set-dez,1986. Disponível em: <<http://www.fjp.mg.gov.br/revista/analiseeconjuntura/viewarticle.php?id=37>>. Acesso em: 07/12/2010.

RASMUSSEN, J., DUNCAN, K., LEPLAT, J. **New technology and human error**. New York: John Wiley e Sons, 1987.

REASON, J. **Human Error**. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

REVISTA CIPA. **Índices de acidentes do trabalho dos últimos 25 anos**. n. 347, ano XXIX. Outubro 2008 – p. 98-134

SANTANA, V. S. et al. **Acidentes de trabalho: custos previdenciários e dias de trabalho perdidos**. Revista de Saúde Pública, São Paulo, v.40, n.6, p.1004-1012, Dezembro. 2006.

SOARES, E. B. **Mediações organizacionais e instrumentais em televentas e devoluções de medicamentos**. Monografia de Mestrado no Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Março, 2009.

VALVERDE, C. **Instrumentos conceituais e metodológicos na análise de riscos e nos processos de prevenção: a abordagem de Véronique De Keyser**. Revista Laboreal, Portugal, [on line] vol. 3, n.1, pp.20-35, Out 2007.

WISNER, A. **Por dentro do trabalho – Ergonomia: Método & Técnica**. São Paulo, SP: FTD : Oboré,1987.

_____. **A inteligência no trabalho: Textos selecionados de ergonomia**. São Paulo: FUNDACENTRO, 1994.