

JULIO CESAR ALVES DUARTE

**SEGURANÇA NO CARREGAMENTO DE CATALISADORES  
PIROFÓRICO E PRÉ-SULFETADO EM ATMOSFERA INERTE DE  
NITROGÊNIO**

São Paulo

2014

JULIO CESAR ALVES DUARTE

**SEGURANÇA NO CARREGAMENTO DE CATALISADORES  
PIROFÓRICO E PRÉ-SULFETADO EM ATMOSFERA INERTE DE  
NITROGÊNIO**

Monografia apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de São  
Paulo, para a obtenção do título de  
Especialista em Engenharia de  
Segurança do Trabalho.

São Paulo

2014

*Dedico este trabalho a minha esposa e filhas, que comigo  
compartilham tudo.*

*A minha irmã, que sempre está ao meu lado.*

*A meus pais, que acreditam em meu potencial.*

*Ao meu avô, que partiu, e que sempre teve orgulho de  
compartilhar com as outras pessoas que seu neto é Engenheiro.*

## AGRADECIMENTOS

À empresa contratada onde exerci minhas atividades laborais, por permitir o registro fotográfico de carregamento dos catalisadores.

## RESUMO

Este trabalho foi elaborado a fim de detalhar o plano e procedimento de carregamento de reatores com catalizadores sulfetados utilizados por uma grande empresa de construção e montagem brasileira. Para atingir os objetivos, foi feita uma revisão do procedimento de carregamento de catalisadores, considerando as normas de segurança aplicáveis e as condições do ambiente do carregamento. Foram utilizados registros fotográficos, relatos e observações do próprio pesquisador, assim como documentos do empreendimento, considerando, particularmente, as Normas Regulamentadoras propostas pelo Ministério do Trabalho brasileiro, que serviram de orientação e exigência de aplicação legal durante a fase de planejamento e execução do carregamento dos reatores. O escopo cumprido pela empresa contratada nesse período foi a construção e montagem de duas unidades espelho de HDS (hidrodessulfurização de nafta craqueada) I & II. Com a pesquisa, demonstrou-se que podem ser realizadas melhorias no planejamento e aplicação dos requisitos legais. Cabe observar que o planejamento teve uma dimensão importante durante todo o processo de carregamento dos reatores; porém, na execução das atividades, foi possível observar falhas que poderiam ter consequências graves. Na ocasião, a empresa contratada contava com 1500 funcionários, 50 destes focados nas atividades de carregamento. Alguns itens de segurança foram negligenciados o que permitiu a ocorrência de acidentes de baixa gravidade, como um arranhão de dedo e uma torção de tornozelo. Nestes casos, os trabalhadores acidentados receberam atendimento ambulatorial e retornaram para suas atividades laborais sem complicações. Em todo caso, o plano e o procedimento foram desenvolvidos de forma relativamente satisfatória, pois não ocorreram acidentes graves, ou seja, acidentes que causassem afastamento dos colaboradores. Também não houve ocorrência de acidentes de alto potencial. Por fim, cabe mencionar que os objetivos propostos para este trabalho foram atingidos, pois se colocou em evidência a segurança nas atividades de carregamento, mostrando que, dentro do processo, grande parte dos requisitos legais foi aplicada de forma correta.

Palavras-chave: Segurança. carregamento. Catalisadores. procedimentos.  
Hidrodesulfurização

## ABSTRACT

This work was elaborated in order to detail the plan and procedure of load of reactors with sulfide catalysts used for a large construction and assembly Brazilian company. To achieve the objectives, a review of the catalysts loading procedure was performed, considering the applicable safety standards and the conditions of the environment of the loading. Photographic records, reports and observations of the researcher were used, as well as documents of the project, considering particularly the Regulamentary Standards proposed by the Brazilian Ministry of Labor, which served as a guideline and requirement of legal enforcement during the planning and execution of the loading of reactors. The scope fulfilled by the contractor during this period was the construction and installation of two mirror HDS (hydrodesulfurization of cracked naphtha) I & II units. Through research, it was shown that improvements in the planning and implementation of legal requirements can be realized. It should be noted that planning was an important dimension throughout the loading process of the reactors; however, on the execution of activities, we observed failures that could have serious consequences. At the time, the company had hired 1,500 employees, 50 of these focused on loading activities. Some safety items were neglected which allowed the occurrence of accidents of low gravity, like a scratch finger and a sprained ankle. In such cases, the injured workers received outpatient treatment and returned to their work activities without complications. In any case, the plan and the procedure were developed relatively satisfactory, because there were no serious, or accidents that could cause removal of employees accidents. There was also no accidents with high potential. Finally, we should mention that the objectives proposed for this work were achieved because it has highlighted safety during loading activities, showing that, in the process, much of the legal requirements were applied correctly.

Keywords: Safety. Environment. Catalysts. Procedures. Hydrodesulfurization.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Reatores das unidades e descrições dos leitos .....	17
Figura 2 - Quantidades e Medidas dos Leitos para o Carregamento do Catalisador conforme o tipo de leito e por unidade .....	18
Figura 3 - Quantidades e Medidas dos Leitos para o Carregamento do Catalisador conforme o tipo de leito e por unidade .....	19
Figura 4 - Planejamento de treinamento de resgate .....	22
Figura 5 - Quadro comparativo entre NR-4 e profissionais contratados pela empresa .....	23
Figura 6 - Simulado de resgate .....	24
Figura 7 - Armazenamento de catalisadores em tambores e lona antichama.....	25
Figura 8 - Armazenamento de esferas cerâmicas em sacos big bag.....	25
Figura 9 - Movimentação de carga por empilhadeiras .....	26
Figura 10 - Plano para transporte entre galpão e armazenamento temporário .....	27
Figura 11 - Plano de movimentação e distribuição de máquinas e equipamentos....	28
Figura 12 - Utilização de cintos e ponto de atracação acima da cabeça.....	29
Figura 13 - Boca de visita do reator (entrada do espaço confinado) .....	30
Figura 14 - Utilização de EPI.....	31
Figura 15 - Raqueteamento de linha com produto químico.....	32
Figura 16 - Sistema de suprimento e controle de ar mandado.....	33
Figura 17 - Capacete de respiração e garrafa de emergência .....	34
Figura 18 - Sistema de vídeo .....	34



Figura 19 - Monitoramento de O <sub>2</sub> .....	35
Figura 20 - Equipamento de segurança. ....	36
Figura 21 - Sistemas de cordas.....	37
Figura 22 - Equipamento de resgate .....	38
Figura 23 - Ambulância. ....	39
Figura 24 - Área de armazenamento de resíduo.....	40
Figura 25 - Sinalização.....	44
Figura 26 - Peça Figura 8.....	46
Figura 27 - Carregamento socado.....	48
Figura 28 - Esquema de preparação dos tambores .....	50
Figura 29 - Esquema de preparação dos tambores .....	51
Figura 30 - Esquema de carregamento tambor por tambor .....	52
Figura 31 - Dispositivo para girar o tambor .....	53
Figura 32 - Funil adaptador .....	54
Figura 33 - Mangote flexível e tampa adaptadora .....	55
Figura 34 - Manuseio dos catalisadores.....	56
Figura 35 - Funil no topo do reator e no solo.....	58
Figura 36 - Escada especial .....	59

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
1.1. OBJETIVO.....	10
1.2. JUSTIFICATIVA .....	10
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>11</b>
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>15</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>21</b>
4.1. PLANEJAMENTO .....	21
4.2. TREINAMENTOS.....	23
4.3. SIMULADOS .....	24
4.4. ARMAZENAMENTO .....	24
4.5. MOVIMENTAÇÃO DE CARGA .....	26
4.6. TRABALHO EM ALTURA .....	28
4.7. TRABALHOS EM ESPAÇO CONFINADO .....	29
4.8. EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI) .....	30
4.9. PROCEDIMENTO DE CARREGAMENTO.....	31
<b>4.9.1. Itens necessários para o carregamento dos catalisadores .....</b>	<b>31</b>
4.9.1.1. Segurança .....	32
4.10. ITENS PARA O CARREGAMENTO DOS REATORES SEGUNDO PLANO CONJUNTO ENTRE PRODUÇÃO E SEGURANÇA .....	40
4.11. CARREGAMENTO DOS REATORES SEGUNDO PROCEDIMENTO ENTRE PRODUÇÃO E SEGURANÇA .....	42
4.12. RESPONSABILIDADES .....	44
<b>4.12.1. Segurança meio ambiente e saúde (SMS).....</b>	<b>44</b>
<b>4.12.2. Coordenação de comissionamento de equipamentos mecânicos .....</b>	<b>45</b>
<b>4.12.3. Departamento de segurança da empresa contratada .....</b>	<b>45</b>
4.13. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS / ATIVIDADES .....	45
<b>4.13.1. Verificações Preliminares.....</b>	<b>45</b>
<b>4.13.2. Recomendações específicas para carregamento socado .....</b>	<b>47</b>
<b>4.13.3. Equipamentos e ferramentas especiais para o carregamento.....</b>	<b>49</b>
4.13.3.1. Abertura dos tambores .....	49
4.13.3.2. Equipamentos e Ferramentas especiais para carregamento tambor por tambor .....	51

4.13.3.3. Equipamentos e ferramentas especiais para método de carregamento utilizando funil de carga .....	55
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>61</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>63</b>

## **1. INTRODUÇÃO**

Através desse trabalho, procurou-se detalhar a metodologia a ser aplicada no carregamento de reatores com catalisadores sulfetados (HR 845 S / HR 806 S), isto é, catalisadores ativados que deverão ser mantidos em local seco e à prova de umidade.

Durante a etapa de carregamento, deverá ser mantida atmosfera inerte no interior dos reatores, para inibir o contato do catalisador com ar atmosférico, impossibilitando assim a sua combustão espontânea. Tal inertização deverá ser mantida até o momento de partida da unidade. Este trabalho lista os requisitos mínimos exigíveis, bem como os materiais necessários para realização da operação de carregamento dos reatores com catalisadores sulfetados.

### **1.1. OBJETIVO**

O objetivo deste trabalho é detalhar o plano e o procedimento utilizados pela empresa contratada no processo de carregamento de reatores com catalisadores sulfetados (HR 845S / HR 806S).

### **1.2. JUSTIFICATIVA**

O trabalho se justifica pelos riscos inerentes às diversas atividades necessárias para o carregamento de catalisadores em atmosfera inerte de nitrogênio dentro dos reatores de hidrodessulfurização de nafta craqueada, enfatizando o cumprimento dos requisitos legais na prevenção de acidentes.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Como demonstra Silva (2009), a reação de hidrodessulfurização é um dos processos mais importantes empregados nas refinarias de petróleo. A HDS faz parte do hidrotratamento, que é utilizado para a remoção de impurezas, tais como enxofre (hidrodessulfurização – HDS), oxigênio (hidrodeoxigenação – HDO), nitrogênio (hidrodenitrogenação – HDN) e metais (hidrodemetalização), uma vez que os heteroátomos contidos nessas substâncias são capazes de inibir a ação dos catalizadores e/ou de causar danos ao meio ambiente.

Silva (2009) ainda destaca que a HDS envolve hidrogeneação, em que o gás hidrogênio reage com o composto organossulfurado sob condições de elevadas temperaturas e altas pressões, que são adotadas juntamente com procedimentos de segurança industrial das refinarias de petróleo. Ao se formarem os produtos reacionais, ocorre a eliminação do enxofre por meio da formação de gás sulfídrico, que permanece aderido ao catalisador ao término do processo. O produto resultante e o gás rico em hidrogênio são separados, sendo o hidrogênio reciclado para o reator, no qual ocorre a reação. O  $H_2S$ , por sua vez, é direcionado a uma unidade de recuperação de enxofre.

Deve-se considerar que a construção e montagem de unidade de hidrodessulfurização de nafta craqueada é pioneira no Brasil, e que a tecnologia utilizada foi trazida da França. Ela foi usada nacionalmente, pela primeira vez, durante o processo de carregamento que é apresentado neste trabalho. O segredo industrial dificultou o acesso a dados técnicos específicos das atividades de carregamento.

Em função deste pioneirismo, não existem pesquisas nacionais sobre questões de segurança relacionadas ao equipamento, de modo que este trabalho será não só novo, mas também útil para compreensão da tecnologia aplicada no Brasil, em especial no que diz respeito à importância da adoção de procedimentos de segurança.

Segundo o portal BioMania (s/d):

as lesões provocadas pela asfixia quase sempre resultam em seqüelas e no surgimento de disfunções nervosas, já que o cérebro não dispõe da mesma capacidade de regeneração que os demais órgãos do corpo humano. O termo asfixia define um estado físico que determina a interrupção da atividade cerebral por anoxia, isto é, pela carência de oxigênio. Outra de suas causas é a retenção do dióxido de carbono no sangue, fenômeno denominado hipercapnia. Cabe ressaltar que a asfixia só é causada por agentes mecânicos, responsáveis pela suspensão da atividade respiratória, tais como estrangulamento ou imersão prolongada, já que a inalação de gases tóxicos, embora passível de provocar anoxia, não resulta em hipercapnia. O conceito de asfixia mecânica é amplamente utilizado em medicina legal, uma vez que pode ser consequência de ação violenta. Pode ser causada por enforcamento, estrangulamento, sufocação ou imersão, embora possa também ser resultado de causas clínicas, tais como edema da glote, em processos alérgicos; formação de membranas diftéricas; ou ainda acidentes fortuitos como ingestão de corpos estranhos ou impacto direto sobre a garganta.

Uma evidência desse tipo de risco pode ser apresentada no caso de um acidente ocorrido na estrada que liga os municípios de Piracicaba e Limeira, no interior do estado de São Paulo. Na ocasião, dois trabalhadores, um engenheiro de 39 anos e um técnico gasista de 38 anos verificavam a existência de vazamento de nitrogênio em uma das válvulas usadas em uma canalização de gás, e acabaram vitimados por asfixia (falta de oxigênio). Segundo a empresa para qual eles trabalhavam, os dois tinham 18 anos de empresa. Para o Sindicato dos Gasistas de São Paulo, as mortes poderiam ter sido evitadas se os funcionários estivessem usando equipamentos mínimos de proteção (KULCSAR, SCARDINO & POSSEBON, 2000).

Outro fator importante a se destacar são os trabalhos realizados que tiveram as normas regulamentadoras seguidas para prevenir e nortear as ações de segurança.

Em relação aos trabalhos em altura, de acordo com a Norma Reguladora 35 (BRASIL, 2012a), "o empregador deve promover programa para capacitação dos trabalhadores à realização de trabalho em altura". A norma define que os trabalhos

em altura são atividades realizadas acima de 2 metros de altura, devendo ter carga mínima de treinamento de oito horas entre a parte teórica e prática. De acordo com o Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL, 2012b):

O princípio adotado na norma trata o trabalho em altura como atividade que deve ser planejada, evitando-se caso seja possível, a exposição do trabalhador ao risco, quer seja pela execução do trabalho de outra forma, por medidas que eliminem o risco de queda ou mesmo por medidas que minimizem as suas consequências, quando o risco de queda com diferenças de níveis não puder ser evitado. Esta norma propõe a utilização dos preceitos da antecipação dos riscos para a implantação de medidas adequadas, pela utilização de metodologias de análise de risco e de instrumentos como as Permissões de Trabalho, conforme as situações de trabalho, para que o mesmo se realize com a máxima segurança.

A Norma Regulamentadora 4 (BRASIL, 1978), cujo título é “Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho”, estabelece que as empresas públicas e privadas têm obrigatoriedade de possuir empregados com regime de trabalho regulamentado de acordo com a Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), a fim de organizar e manter em funcionamento os Serviços Especializados em Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT), com a finalidade de promover a saúde e a integridade do trabalhador (SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA, 2008a).

Sobre a sexta Norma Regulamentadora do trabalho urbano (NR 6), cujo título é “Equipamento de Proteção Individual (EPI)”, o Serviço Social da Indústria – SESI (2008b, p.09) considera:

[A norma] estabelece: definições legais, forma de proteção, requisitos de comercialização e responsabilidades (empregador, empregado, fabricante, importador e Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). A interpretação da NR 6, principalmente no que diz respeito à responsabilidade do empregador, é de fundamental importância para a aplicação da NR 15 - Atividades e Operações Insalubres, na caracterização e/ou descaracterização da insalubridade. A NR 6 tem sua existência jurídica assegurada, em nível de legislação ordinária, nos artigos 166 a 167 da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT).

Também de acordo com o SESI (2008c, p.9), a Norma Regulamentadora 11, cujo título é “Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais”:

estabelece os requisitos de segurança a serem observados nos locais de trabalho, no que se refere ao transporte, à movimentação, à armazenagem e ao manuseio de materiais, tanto de forma mecânica, quanto manual, de modo a evitar acidentes no local de trabalho. Essa NR foi redigida devido ao grande número de acidentes, causados pelos equipamentos de içamento e transporte de materiais, ocorridos com a crescente mecanização das atividades que motivaram um aumento da quantidade de materiais movimentados no ambiente de trabalho. A NR 11 tem a sua existência jurídica assegurada no nível de legislação ordinária, nos artigos 182 e 183 da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT).

A Norma Regulamentadora 33 (BRASIL, 2006), intitulada “Segurança e Saúde nos Trabalhos em Espaços Confinados”, é a que estabelece as exigências para identificação de espaços confinados, bem como o reconhecimento, avaliação, monitoramento e controle dos riscos existentes, de forma a garantir a segurança e saúde dos trabalhadores que interagem nestes espaços (SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA, 2008d).

Segundo Waldhelm Neto (2012a), a Análise Preliminar de Risco – APR envolve um estudo antecipado e detalhado de todas as fases de um trabalho, a fim de detectar problemas que podem vir a ocorrer durante a execução. Depois de detectados os possíveis acidentes, devem ser adotadas medidas de controle e neutralização, que devem envolver toda a equipe, criando um ambiente de trabalho seguro.

Também segundo o autor, a Permissão de Trabalho (PT) é um formulário interno à empresa, usado para controlar o acesso em áreas de risco elevado por período pré-determinado. Trata-se de uma ferramenta de avaliação, documentação e permissão de exposição a possíveis riscos causadores de acidentes de trabalho ou de doenças ocupacionais (WALDHELM NETO, 2012b).



### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para atingir os objetivos deste trabalho foi feita uma revisão do procedimento de carregamento de catalisadores, considerando as normas de segurança aplicáveis e as condições do ambiente do carregamento. Foram utilizados registros fotográficos, relatos e observações do próprio pesquisador, assim como documentos do empreendimento, considerando, particularmente, as Normas Regulamentadoras propostas pelo Ministério do Trabalho brasileiro (BRASIL, 1978, 2006, 2012a), que serviram de orientação e exigência de aplicação legal durante a fase de planejamento e execução do carregamento dos reatores.

O procedimento foi realizado na empresa contratada, que tem seu CNAE 42.92-8-02, de grau de risco 4, cumprindo a NR- 4.

Foram consultadas também as recomendações de melhoria no procedimento, a fim de evitar possíveis acidentes de trabalho no decorrer de atividades correlatas à de carregamento de reatores de forma geral.

Deve-se considerar que a construção e montagem de unidade de hidrodesulfurização de nafta craqueada é pioneira no Brasil, e que a tecnologia utilizada foi trazida da França. Ela foi usada nacionalmente, pela primeira vez, durante o processo de carregamento que é apresentado neste trabalho. O segredo industrial dificultou o acesso a dados técnicos específicos das atividades de carregamento.

Em função deste pioneirismo, não existem pesquisas nacionais sobre questões de segurança relacionadas ao equipamento, de modo que este trabalho será não só novo, mas também útil para compreensão da tecnologia aplicada no Brasil, em especial no que diz respeito à importância da adoção de procedimentos de segurança.

A abordagem das normas de segurança foi feita de forma genérica e não aprofundada, limitando-se a alguns requisitos específicos, uma vez que o cumprimento das Normas Regulamentadoras é de cunho obrigatório para a iniciativa

privada e pública, em empresas que possuam empregados contratados pela Consolidação das Leis do Trabalho – CLT.

Para realizar a pesquisa pretendida e atender seus objetivos, o método utilizado foi o estudo de caso.

A partir deste ponto, será feito um relato sobre o escopo do empreendimento, a fim de apresentar o contexto da instalação do projeto e das dimensões físicas dos reatores e esferas utilizados.

Uma grande empresa na área de petróleo e gás brasileira (denominada neste trabalho como “empresa contratante”) teve um termo de ajuste de conduta ambiental para cumprir, em decorrência dos altos teores de enxofre na gasolina vendida no mercado brasileiro. Em função disso, foi necessária a contratação de uma empresa (denominada neste trabalho como “empresa contratada”) para construção e montagem de uma série de equipamentos necessários para diminuição do teor de enxofre de 50 partes por milhão para menos de 05 partes por milhão.

O local escolhido pela empresa contratante para a instalação do projeto foi uma refinaria no interior do estado de São Paulo. O período de desenvolvimento do projeto foi de Janeiro de 2008 a Dezembro de 2013, sendo que, para este estudo de caso, foi considerado o período de 08 de agosto de 2012 a 22 de agosto de 2012. O escopo cumprido pela empresa contratada nesse período foi a construção e montagem de duas unidades espelho de HDS (hidrodessulfurização de nafta craqueada) I & II. Na ocasião, as unidades eram providas de quatro reatores, dois de leito simples e dois de leito composto, conforme mostra a Figura 1.

	HDS-I	HDS-II
REATORES DE LEITO SIMPLES	R-128001 A	R-228001 A
	R-128001 B	R-228001 B
REATORES DE LEITO COMPOSTO	R-128002	R-228002
	R-128003	R-228003

Figura 1 - Reatores das unidades e descrições dos leitos

Fonte: Arquivo pessoal

Na Figura 2, abaixo, se observa o arranjo físico dos dois reatores de leito simples, que receberam o catalisador HR-845S (prontos para uso) e esferas cerâmicas de diferentes diâmetros.

Reatores de leito Simples				
HDS-I & HDS-II		ALTURA DO LEITO (mm)	VOLUME (m <sup>3</sup> )	PESO (kg)
R-128001 A/B & R-228001 A/B	ACT-068	100	0,23	212
	ACT-077	100	0,23	133
	ACT-108	150	0,34	322
	ACT-139	250	0,57	269
	HR-845 S	14680	33,33	30272
	ESFERAS 1/4"	150	0,34	498,7
	ESFERAS 3/4"	FUNDO	1,29	1823,2

Figura 2 - Quantidades e Medidas dos Leitos para o Carregamento do Catalisador conforme o tipo de leito e por unidade  
Fonte: Arquivo Pessoal

Na Figura 3, abaixo, se observa o arranjo físico dos dois reatores de leito composto, que receberam o catalisador HR-806S (prontos para uso) e esferas cerâmicas de diferentes diâmetros.

Reatores de leito Composto				
HDS-I & HDS-II		ALTURA DO LEITO (mm)	VOLUME (m <sup>3</sup> )	PESO (kg)
R-128002/3 & R-228002/3	ESFERAS 3/4"	150	0,86	1219,05
	ESFERAS 1/4"	150	0,86	1259,69
	HR-806 S	3760	21,5	10850,15
	ESFERAS 1/4"	150	0,86	1259,69
	ESFERAS 1/4"	150	0,86	1259,69
	HR-806 S	3760	21,5	10850,15
	ESFERAS 1/4"	150	0,86	1259,69
	ESFERAS 3/4"	FUNDO	5,35	7222,5

Figura 3 - Quantidades e Medidas dos Leitos para o Carregamento do Catalisador conforme o tipo de leito e por unidade

Fonte: Arquivo Pessoal

A seguir, será apresentado um relato, com fotos de autoria própria, a respeito dos principais procedimentos de segurança adotados durante as atividades de carregamento, considerando, respectivamente:

- Planejamento;
- Treinamento;
- Simulados;
- Armazenamento;
- Movimentação de Carga;
- Trabalho em Altura;
- Trabalhos em espaço Confinado;
- Equipamento de proteção individual (EPI);
- Procedimento de carregamento.

O carregamento foi o processo de abastecer os reatores com catalisadores e esferas cerâmicas, sendo que os catalisadores e esferas foram carregados do galpão de armazenamento dentro da refinaria até a área de armazenamento temporária. Os tambores contendo o catalisador e os big bags contendo esferas cerâmicas eram despejados dentro dos silos içados por guindastes. Para encher os silos foi montada uma plataforma com aproximadamente 2 metros de altura, a fim de bascular os produtos dentro dos silos. Os guindastes levavam o silo até o topo do reator, onde havia outra plataforma montada com o com um segundo silo e um mangote dentro do reator, a fim de conduzir o material para o espaço confinado. Dentro dos silos e do reator havia injeção de nitrogênio, para inertização do ambiente.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para atender aos objetivos da pesquisa, foi feito um grande registro fotográfico, que demonstrou que podem ser realizadas melhorias no planejamento e aplicação dos requisitos legais. Cabe observar que o planejamento teve uma dimensão importante durante todo o processo de carregamento dos reatores; porém, na execução das atividades, foi possível observar falhas que poderiam ter consequências graves.

Estava previsto, por exemplo, disponibilizar equipamento autônomo de respiração no topo dos reatores, o que não ocorreu. Também foi prevista a presença de uma ambulância tipo unidade de terapia intensiva (UTI), que também não foi disponibilizada. Além da atmosfera inerte da atividade, havia uma unidade de HDS em funcionamento assistido, ou seja, em testes, o que aumentava o risco de algum vazamento.

### 4.1. PLANEJAMENTO

O planejamento das atividades foi parte extremamente importante e necessária para conduzir os trabalhos de carregamento. Foram realizadas reuniões entre o pessoal de produção e os seguranças do trabalho, para definir quais tarefas tinham prioridade. Essas reuniões aconteciam todas as segundas-feiras, no período da manhã. No período da tarde, acontecia reunião específica entre os profissionais de saúde, segurança e meio ambiente (SMS). Dessas reuniões, o SMS definia as estratégias de ação para a semana, conforme mostra a Figura 4, que mostra o planejamento de um treinamento de resgate vertical.

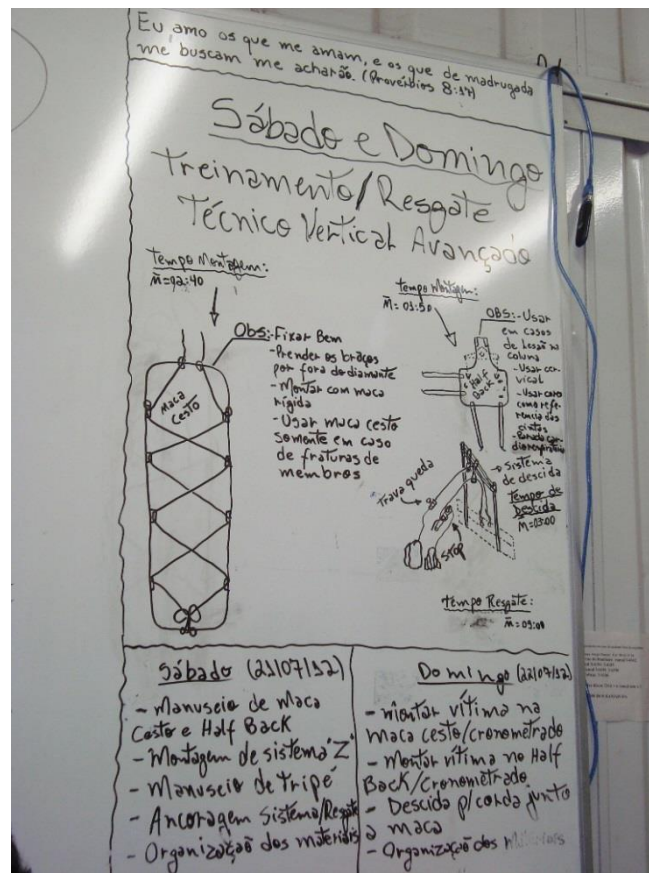


Figura 4 - Planejamento de treinamento de resgate

Fonte: Arquivo Pessoal

Na ocasião, a empresa contratada contava com 1500 funcionários, 50 destes focados nas atividades de carregamento. A Figura 5 apresenta um comparativo entre o quadro de funcionários da empresa conforme as exigências da NR-4 e os profissionais que foram contratados para garantir o cumprimento das exigências de tal norma.



<b>SESMET</b>	<b>Preconiza a norma</b>	<b>Profissionais contratados</b>
Técnicos de Segurança	5	7
Engenheiro de Segurança	1	1
Enfermeiro do Trabalho	0	1
Aux.de Enf. do Trabalho	1	2
Médico	1	1

Figura 5 - Quadro comparativo entre NR-4 e profissionais contratados pela empresa

Fonte: Arquivo Pessoal

#### 4.2. TREINAMENTOS

Foram realizados treinamentos específicos sobre as condições de carregamento, considerando todas as atividades: movimentação de carga, Ficha de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ), utilização de equipamentos de proteção individual e coletivos, manuseio de máquinas e equipamentos entre outros.

Essa sistemática foi apresentada para todos os colaboradores envolvidos nas atividades de carregamento, tanto da empresa contratada quanto da empresa contratante. Por ordem da alta diretoria da empresa contratada, todos os técnicos de segurança fizeram treinamento específico para resgate em altura.

#### 4.3. SIMULADOS

Os simulados eram realizados periodicamente, para capacitar os envolvidos no projeto acerca dos perigos e riscos da obra. Os simulados trataram sobre derramamento de produtos químicos, emergências médicas e abandono de área e resgate, como se pode constatar na Figura 6.



Figura 6 - Simulado de resgate

Fonte: Arquivo Pessoal

#### 4.4. ARMAZENAMENTO

Os catalisadores dos reatores foram fornecidos em tambores de 200 litros de capacidade, cobertos com lonas antichama a fim de retardar o fogo, caso os catalisadores se incendiassem durante o armazenamento, conforme Figura 7.



Figura 7 - Armazenamento de catalisadores em tambores e lona antichama

Fonte: Arquivo Pessoal

Já as esferas cerâmicas foram fornecidas em sacos tipo *big bags*, apresentados na Figura 8.



Figura 8 - Armazenamento de esferas cerâmicas em sacos big bag

Fonte: Arquivo Pessoal

O local onde foram armazenadas as esferas e os catalizadores era um galpão cedido pela empresa contratante, seguindo a Norma Regulamentadora 11. O piso do galpão era constituído de material não escorregadio, sem aspereza.

#### 4.5. MOVIMENTAÇÃO DE CARGA

Neste item foi considerada a retirada dos tambores e big bags com os produtos por empilhadeiras, como mostra a Figura 9.



Figura 9 - Movimentação de carga por empilhadeiras

Fonte: Arquivo Pessoal

O transporte por caminhão até a área de armazenamento temporário foi realizado conforme o plano elaborado pela logística com percurso aproximado de 1,5 Km, como mostra a Figura 10.

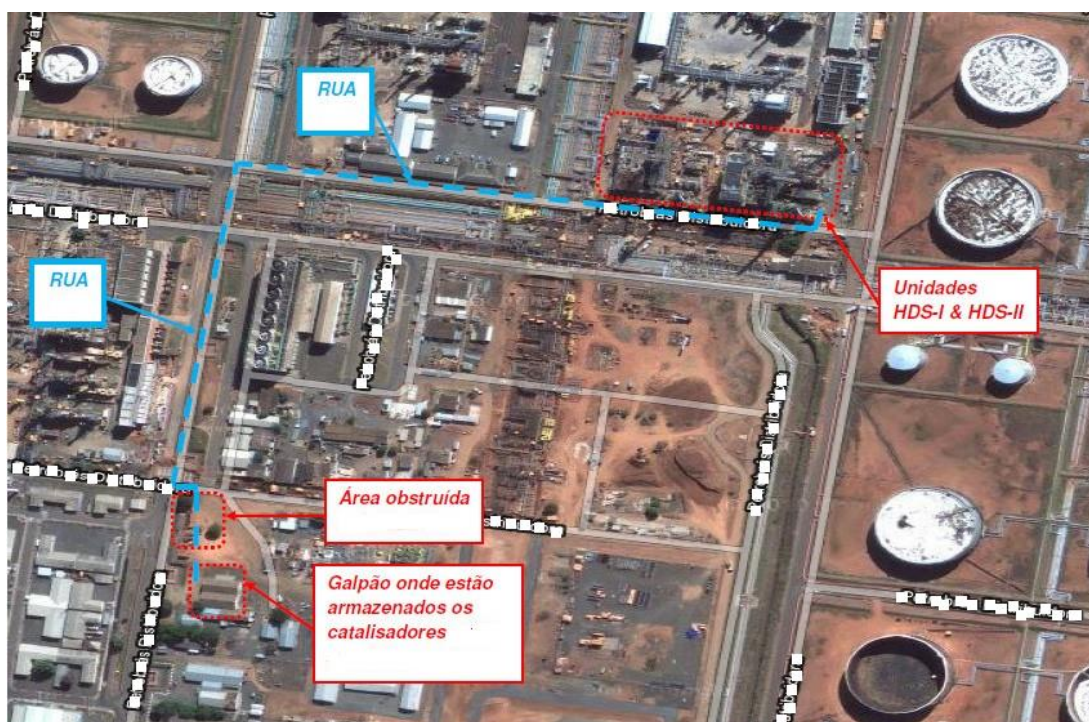


Figura 10 - Plano para transporte entre galpão e armazenamento temporário

Fonte: Arquivo Pessoal

As movimentações realizadas com guindastes para levar os catalisadores e esferas cerâmicas até o topo do reator ocorreram de acordo com o plano de rigging. Toda a movimentação na área de carregamento foi regida segundo o plano de movimentação e distribuição de máquinas e equipamentos, apresentado na Figura 11.



Fonte: Arquivo Pessoal

#### 4.6. TRABALHO EM ALTURA

Os trabalhos em altura exigem cuidados extremos por parte de quem coloca sua vida em risco diariamente, como, por exemplo, profissionais que usam técnicas de rapel para limpar janelas ou que sobem em postes para fazer a manutenção da rede elétrica. Considerando o risco da atividade, os colaboradores

deveriam utilizar o cinto em alguns pontos, mesmo com a proteção de guarda corpo e roda pé nos locais de trabalho.

Os trabalhos em altura ocorreram conforme preconiza a Norma Regulamentadora 35. Vale destacar que a empresa contratada enviou seus técnicos de segurança para realizar cursos de técnicas em resgate vertical de nível 2 pela Industrial Rope Access Trade Association (IRATA).

Nas plataformas providas de guarda corpo, não era obrigatório o uso de cintos de segurança com talabarte duplo. Já para os trabalhadores envolvidos nas atividades em andaimes ou plataformas improvisadas, construídas conforme a norma regulamentadora 18, era obrigatória a utilização de cintos com talabarte duplo e pontos fixos de atracagem, que ficavam acima da cabeça do trabalhador, como mostra a Figura 12.



Figura 12 - Utilização de cintos e ponto de atracação acima da cabeça

Fonte: Arquivo Pessoal

#### 4.7. TRABALHOS EM ESPAÇO CONFINADO

Os trabalhos em espaço confinado foram realizados conforme a norma regulamentadora 33. Todos os envolvidos com as atividades receberam treinamento

para os trabalhos confinados. Dentro da rotina, eram preenchidas listas de verificação elaboradas pela equipe de saúde, que verificava diariamente a pressão e as taxas glicêmicas dos colaboradores, para liberar (ou não) as suas atividades dentro dos reatores, conforme Figura 13.



Figura 13 - Boca de visita do reator (entrada do espaço confinado)

Fonte: Arquivo Pessoal

#### 4.8. EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI)

De acordo com a Norma Regulamentadora 6, foram utilizados equipamentos de proteção individual (EPI), considerando as tarefas em que os colaboradores estavam envolvidos. Foram realizados treinamentos a fim de orientar os trabalhadores sobre utilização e higienização dos equipamentos de proteção individual. A Figura 14 mostra os equipamentos de proteção utilizados para a atividade na plataforma ao redor da boca de visita do reator, constituído de capacete, luva de raspa, cinto com talabarte duplo, máscara PFF3, óculos de segurança e roupas de algodão.





Figura 14 - Utilização de EPI

Fonte: Arquivo Pessoal

#### 4.9. PROCEDIMENTO DE CARREGAMENTO

##### 4.9.1. Itens necessários para o carregamento dos catalisadores

Seguem abaixo todos os itens que foram utilizados ou necessários durante a etapa de carregamento, contemplando desde a movimentação do mesmo no seu respectivo galpão de segregação até o momento de carregamento nos reatores da unidade.

#### 4.9.1.1. Segurança

A APR (análise preliminar de risco), que é uma importante ferramenta de gestão, teve como finalidade mostrar aos colaboradores quais riscos estavam envolvidos na atividade. Ela foi providenciada pela Segurança do trabalho, juntamente com a equipe de produção do procedimento para Carregamento dos Reatores.

O Plano de Raqueteamento foi uma operação para tamponamento de tubulações com chapas lisas parafusadas em pontos previamente estabelecidos. Foi necessário para que não ocorresse vazamento de substâncias nocivas à vida ao redor da operação de carregamento dos reatores, como demonstrado na Figura 15.

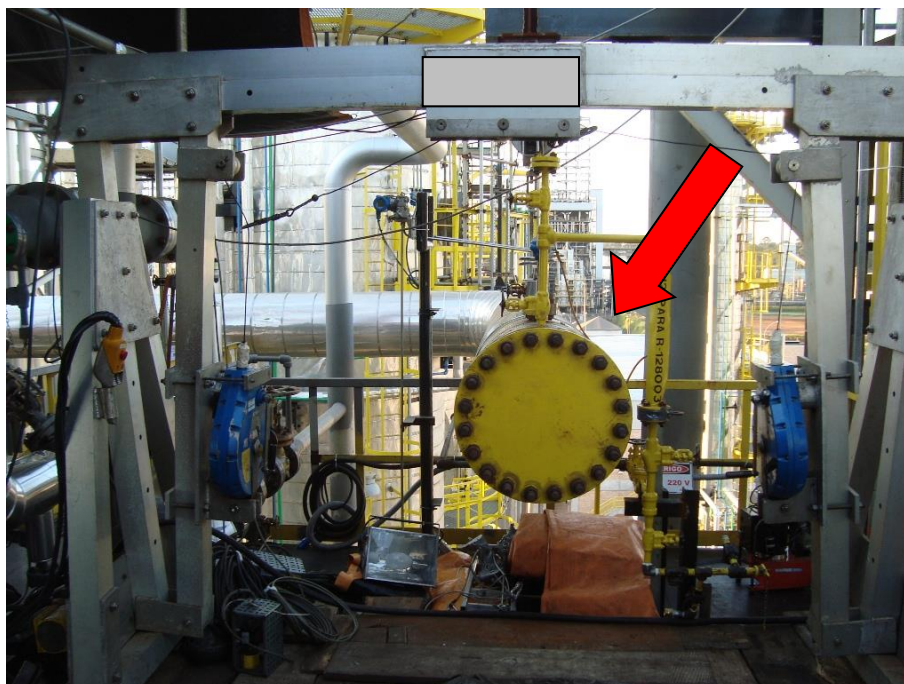


Figura 15 - Raqueteamento de linha com produto químico

Fonte: Arquivo Pessoal

A PT (permissão de trabalho) para o carregamento, foi um documento gerado pela empresa contratante, a fim de permitir a realização dos trabalhos.

Foram realizados treinamentos instrutivos sobre os catalisadores e sobre os procedimentos de trabalho, assim como simuladores de resgate.

Também foi providenciado o Sistema de Suprimento e controle de ar mandado, como ilustrado na Figura 16.

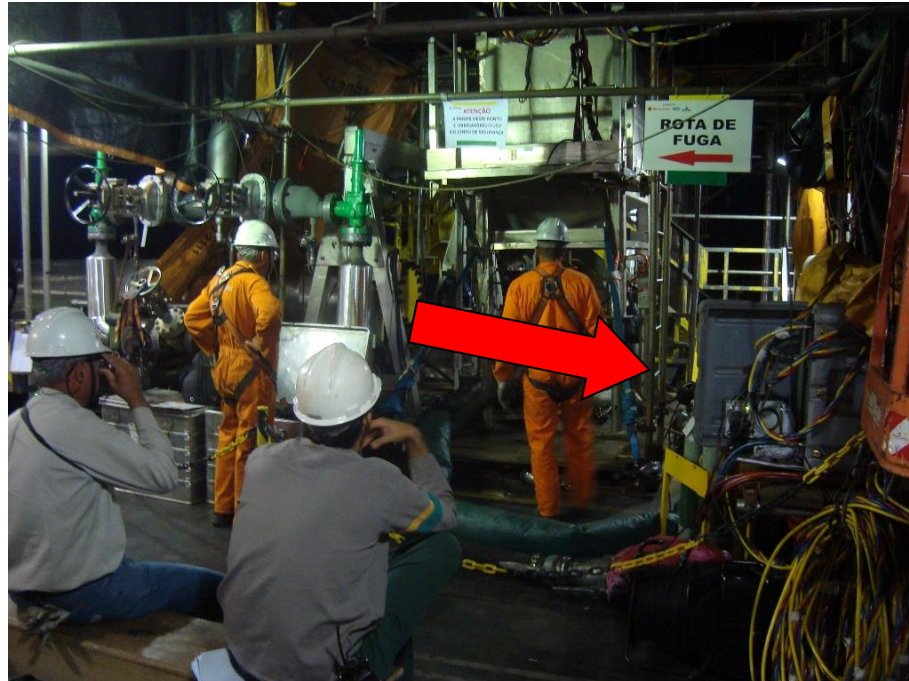


Figura 16 - Sistema de suprimento e controle de ar mandado

Fonte: Arquivo Pessoal

Foram providenciados capacetes de respiração e garrafa de emergência, como ilustrado na Figura 17.





Figura 17 - Capacete de respiração e garrafa de emergência

Fonte: Arquivo Pessoal

Disponibilizou-se sistema de vídeo para o interior do reator, conforme figura 18.



Figura 18 - Sistema de vídeo

Fonte: Arquivo Pessoal

Foi providenciado equipamento de monitoramento estacionário para medições contínuas de  $O_2$  em 4 pontos dentro do reator. Na figura 19 observam-se os 4 pontos de medição, na tela do vídeo.



Figura 19 - Monitoramento de  $O_2$

Fonte: Arquivo Pessoal

Equipamentos de segurança e resgate foram montados ao redor da boca de visita do reator para entrada segura em atmosfera inerte. Na Figura 20, observamos os talabartes que, caso necessário, são presos à vítima inconsciente dentro do equipamento.



Figura 20 - Equipamento de segurança.

Fonte: Arquivo Pessoal

Disponibilizou-se refil do ar para garrafas de ar e outros equipamentos de proteção individual para todos os envolvidos, conforme preconiza a Norma Regulamentadora 6.

No topo do reator, foi previsto um sistema de cordas para a remoção de colaborador do topo dos equipamentos até a base, conforme ilustrado na Figura 21, além de um conjunto autônomo de segurança para emergência, que não foi providenciado.





Figura 21 - Sistemas de cordas

Fonte: Arquivo Pessoal

A primeira opção de resgate foi a plataforma elevatória, ilustrada na Figura 22. Se, por algum motivo, a plataforma não pudesse ser utilizada, o resgate por cordas seria a segunda opção.



Figura 22 - Equipamento de resgate

Fonte: Arquivo Pessoal

Uma UTI móvel no local de carregamento foi prevista durante o planejamento. Porém, como mostra a figura 23, foi utilizada uma ambulância padrão, com médico, enfermeiro e técnico em enfermagem para atendimento de emergências e verificação de rotina dos colaboradores envolvidos com a atividade de carregamento.



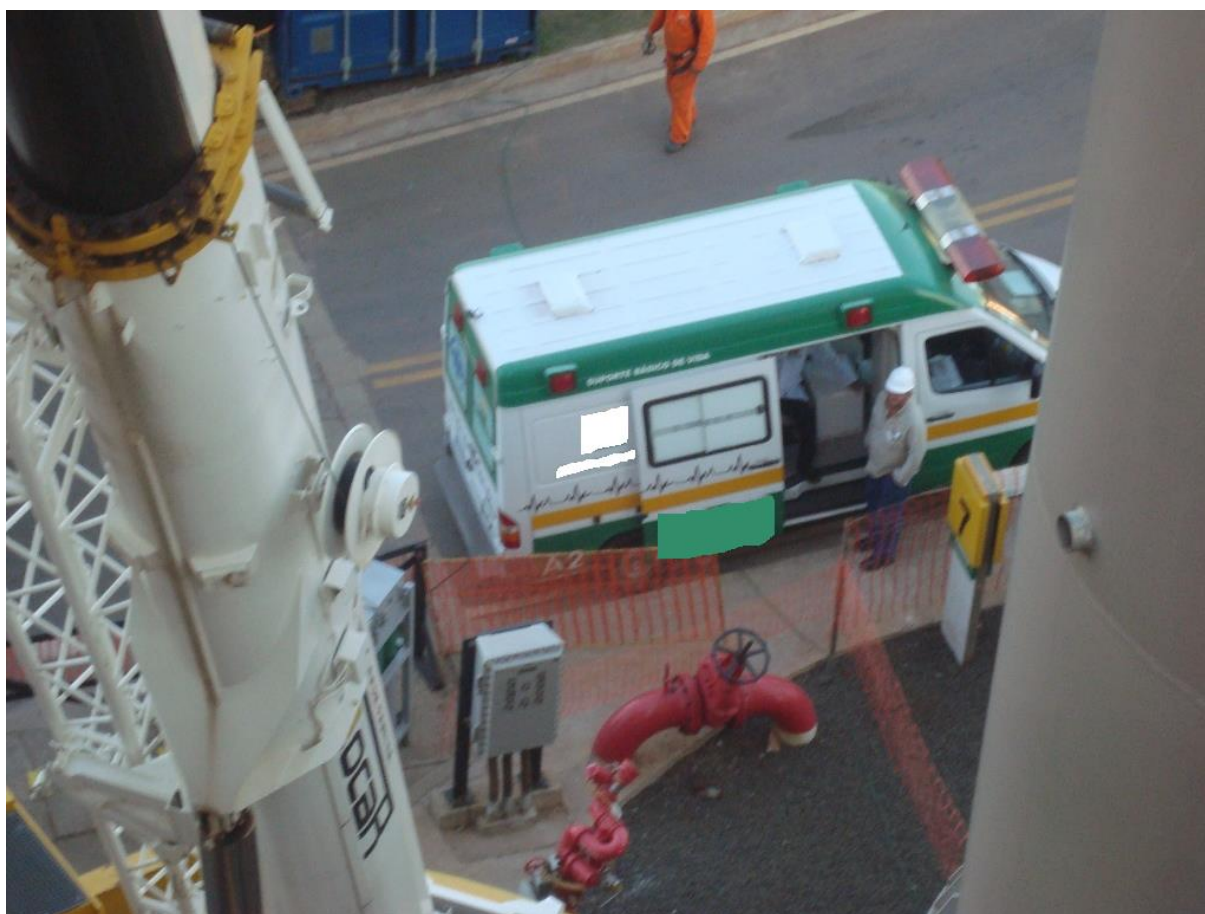


Figura 23 - Ambulância.

Fonte: Arquivo Pessoal

Em relação à comunicação, para essa etapa, foi importante prever a disponibilidade de rádios para manter contato entre todas as partes envolvidas, incluindo o galpão de armazenamento, a área de carregamento dos silos móveis, o topo dos reatores e a equipe de carregamento dos catalisadores, sendo que havia uma faixa de rádio exclusiva para uso dos envolvidos no carregamento. Em caso de emergência, a equipe de resgate tinha exclusividade na faixa 4 e 3. Rádios de emergência da empresa contratante estavam à disposição para comunicação de emergências.

Foram previstas área para armazenamento de resíduo temporário (seta vermelha), e área para armazenamento (seta amarela), conforme Figura 24.



Figura 24 - Área de armazenamento de resíduo.

Fonte: Arquivo Pessoal

Foram previstos e utilizados detectores e analisadores de  $H_2S$  e  $SO_2$  em toda a área de manuseio dos catalisadores. Medidores portáteis de  $O_2$  nas proximidades do topo do reator e nas proximidades de onde houvesse insuflação de  $N_2$ , também foram utilizados.

#### 4.10. ITENS PARA O CARREGAMENTO DOS REATORES SEGUNDO PLANO CONJUNTO ENTRE PRODUÇÃO E SEGURANÇA

Realizaram-se as verificações abaixo, a fim de obter autorização da empresa Licenciadora do equipamento para o início do carregamento.

Foram previstos tubos flexíveis para injeção de Nitrogênio e silo de carregamento (móvel) com ponto para injeção de  $N_2$ . Um funil foi alocado no topo do reator, com ponto para injeção de  $N_2$  (fixo). Verificou-se a limpeza dos reatores, das linhas e dos demais equipamentos envolvidos.

Oito luminárias para iluminação interna de baixa tensão e à prova de explosão foram disponibilizadas, sendo 05 para utilização e 03 reservas. Andaimos e equipe estavam à disposição onde fosse necessário.

Os equipamentos foram limpos e inspecionados, tendo sido verificadas suas condições para a realização dos serviços em segurança.

Instalações administrativas para a equipe da empresa responsável por executar o carregamento dos catalisadores estavam disponíveis. Contêineres para armazenamento de ferramentas e EPI's para a equipe da empresa responsável por executar o carregamento dos catalisadores foram colocados próximos aos locais das atividades.

Instalações sanitárias e refeitório para a equipe da empresa responsável por executar o carregamento dos catalisadores estavam disponíveis durante o processo de carregamento. A alimentação da equipe também foi prevista, em períodos previamente acordados em reuniões de planejamento e com o setor de responsabilidade social.

Foram disponibilizados equipamentos como guindaste para atendimento da movimentação dos catalisadores, com operador, dois caminhões para a movimentação da carga, empilhadeiras para movimentação da carga.

Montou-se tablado alinhado com a boca de visita do reator, para acondicionamento dos funis de carregamento com o equipamento. Lonas foram disponibilizadas para serem colocadas nos galpões, e montou-se um galpão para segregação de uma carga completa para um dos reatores. Outro galpão à prova de chuva para carregamento dos silos móveis com capacidade para suportar uma carga de 06 toneladas também foi montado.

Também foi disponibilizada área para que a empresa que efetuou o carregamento dos catalisadores pudesse acondicionar seus equipamentos e containers.

Nos momentos de parada foram confeccionados equipamentos de proteção para o bocal do reator. Sacolas para movimentação do material de montagem (ferramentas e acessórios) estavam disponíveis para os profissionais.

Caminhões de Nitrogênio para inertização da atmosfera de carregamento, assim como reatores montados e com demais itens instalados foram verificados e colocados à disposição.

A área de movimentação dos catalisadores foi liberada, desde o galpão de armazenamento até os reatores.

Foi providenciada uma ferramenta cortante, para abrir os bag's dos tambores contendo os catalisadores foram entregues aos supervisores de produção, assim como engates para injeção de  $N_2$  nos reatores e dispositivo para controle da pressão da atmosfera de  $N_2$  carregamento. Além disso, disponibilizou-se material suplementar para a montagem das bandejas e alçapões dos reatores (porcas, arruelas e parafusos), bem como algumas ferramentas, para serem utilizadas caso a equipe de carregamento não possuísse ferramenta específica.

#### 4.11. CARREGAMENTO DOS REATORES SEGUNDO PROCEDIMENTO ENTRE PRODUÇÃO E SEGURANÇA

Após a elaboração do plano mencionado no item anterior para carregamento dos reatores, foi elaborado um procedimento detalhado para sua aplicação efetiva em campo. Esse procedimento se deu como descrito a partir desse ponto.

Os catalisadores foram fornecidos em duas formas distintas: óxido (HR 845 e HR 806) e pré-sulfetado pronto para uso (HR 845S e HR 806S).

A utilização do correto procedimento aplicado aos catalisadores foi muito importante para atingir o desempenho esperado e evitou acidentes, pois, de acordo com a ficha de informações de produtos químicos, os catalisadores HR 845S e HR 806S iniciam sua decomposição à temperatura de 50°C, e entram em combustão a temperatura acima de 80°C. Para diminuir o risco com relação à temperatura ambiente, a época escolhida foi agosto, que possui temperaturas ainda amenas, como demonstram os documentos “Ficha de Dados De Segurança (Regulamento

(CE) N° 1907/2006 - Reach) Hr 845 S – 19550 Versão 8.1”<sup>1</sup> e “Ficha de Dados De Segurança (Regulamento (CE) N° 1907/2006 - Reach) Hr 806 S – 19506”.<sup>2</sup>

As atividades de carregamento só foram iniciadas após uma avaliação prévia feita pelos responsáveis de SMS (Segurança, Meio Ambiente e Saúde), que têm a capacitação técnica para avaliar os riscos envolvidos na atividade. Todos os bloqueios, impedimentos e sinalização necessários foram utilizados, como mostra a figura 25.

---

<sup>1</sup> Disponível em: <<http://www.quickfds.com/out/17002-79582-04016-012053.pdf>>. Acesso em: 03 fev. 2014

<sup>2</sup> Disponível em: <<http://www.quickfds.com/out/17002-79484-04016-012792.pdf>>. Acesso em: 03 fev. 2014





Figura 25 - Sinalização

Fonte: Arquivo Pessoal

Os serviços de carregamento de catalisadores foram precedidos por alguns requisitos de segurança, tais como:

- APR: análise preliminar de risco
- PT: Permissão de Trabalho para espaço confinado
- DDS: diálogo diário de segurança, antes do início das atividades, envolvendo todos os envolvidos no carregamento.

#### 4.12. RESPONSABILIDADES

##### 4.12.1. Segurança meio ambiente e saúde (SMS)

Foi responsável pela preparação da análise preliminar de risco (APR), com suporte da equipe de segurança e de produção da contratada, levantando os riscos ambientais envolvidos na atividade.

Após preparada a análise preliminar de risco (APR), tendo sido verificado que todos os riscos foram previamente conhecidos, discutidos e colocados sob monitoramento, foi emitida a permissão para trabalho em ambiente confinado, liberando o início do carregamento;

Havia monitoramento para verificar se todas as exigências de Segurança Meio Ambiente e Saúde estavam sendo cumpridas.

#### **4.12.2. Coordenação de comissionamento de equipamentos mecânicos**

A equipe de comissionamento preparou e emitiu o procedimento para carregamento dos reatores com catalisadores, fez a coordenação das equipes de montagem e gerou relatórios a cada nível do leito atingido, segundo os requisitos apresentados na Figura 1.

#### **4.12.3. Departamento de segurança da empresa contratada**

O departamento de segurança da empresa contratada analisou e aprovou o plano e o procedimento para carregamento dos reatores com catalisadores. Foi responsável por acompanhar as atividades de carregamento e validou a marcação dos leitos, bem como do total preenchimento dos mesmos.

### **4.13. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS / ATIVIDADES**

#### **4.13.1. Verificações Preliminares**

Antes do início do procedimento de carregamento dos catalisadores, foi verificado se os reatores foram submetidos ao procedimento de secagem, eliminando toda e qualquer umidade interna.

Foi verificado se os reatores estavam devidamente isolados e, principalmente, se o plano de raqueteamento dos flanges chamados de “figuras 8” das linhas de nitrogênio estavam invertidas (como mostrado na Figura 26). Essa

análise prévia garantiu que o nitrogênio não escapasse para o reator, o que evitaria asfixia por nitrogênio dos trabalhadores da equipe de carregamento de catalisadores.

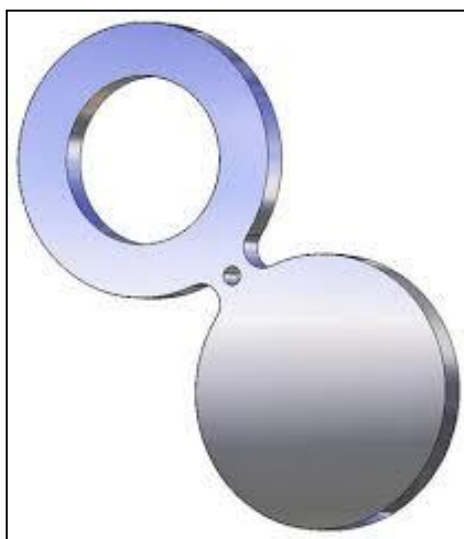


Figura 26 - Peça Figura 8

Fonte: Arquivo Pessoal

Foi aberto bocal de visita no topo e no costado dos reatores, e verificou-se se a atmosfera interna era propícia para a entrada de pessoas, isto é, se possuía 21% de  $O_2$ . Somente profissionais habilitados entraram no espaço confinado, respeitando a Norma Regulamentadora 33. Caso necessário, ventilação forçada seria providenciada.

Averiguou-se se todo material a ser utilizado (catalisadores, alumina e bolas inertes de cerâmica) tinham sido transportado ao local de armazenagem e para o local próximo do reator onde foi realizada a operação de carregamento. Foi necessário também certificar-se que todas as condições de armazenagem foram preservadas para casos de emergências e contingências, verificando principalmente a proteção contra chuva. Checou-se a qualidade da alumina e das bolas inertes de cerâmica; as quebradas foram separadas, e as partes menores foram removidas.



Verificou-se toda a disponibilidade material dos internos dos reatores, para ser instalado durante o carregamento deles. Checou-se a conformidade do material com os desenhos e numeração feita durante a pré-montagem, avaliou-se todos os internos dos reatores e a divisão em partes para facilitar a passagem pelo bocal de visita. Todos estes internos, divididos, foram pré-montados antes de se iniciar o carregamento.

Checou-se a disponibilidade de todo o material de segurança necessário (luvas, máscaras de poeira, respiradores, Ficha de Segurança, etc.), bem como o meio de comunicação (rádio);

#### **4.13.2. Recomendações específicas para carregamento socado**

Quando transportados os tambores contendo catalisadores, os mesmos não foram rolados evitando-se o atrito. Sempre que um colaborador entrou para realizar o nivelamento do catalisador carregado, bem como mover o mangote de carregamento, (a fim de evitar acúmulo de catalisadores num mesmo ponto e obter carregamento e acomodação homogêneos) havia no mínimo outra pessoa na boca de visita, com equipamentos e instruções para casos de emergência.

O carregamento foi feito maneira cuidadosa, o que minimizou a queda livre do produto. A queda livre máxima admitida era de 1 metro, conforme a Figura 27. Foi recomendado que não se andasse diretamente sobre os catalisadores. Por isso, passarelas de madeira foram construídas dentro do reator.

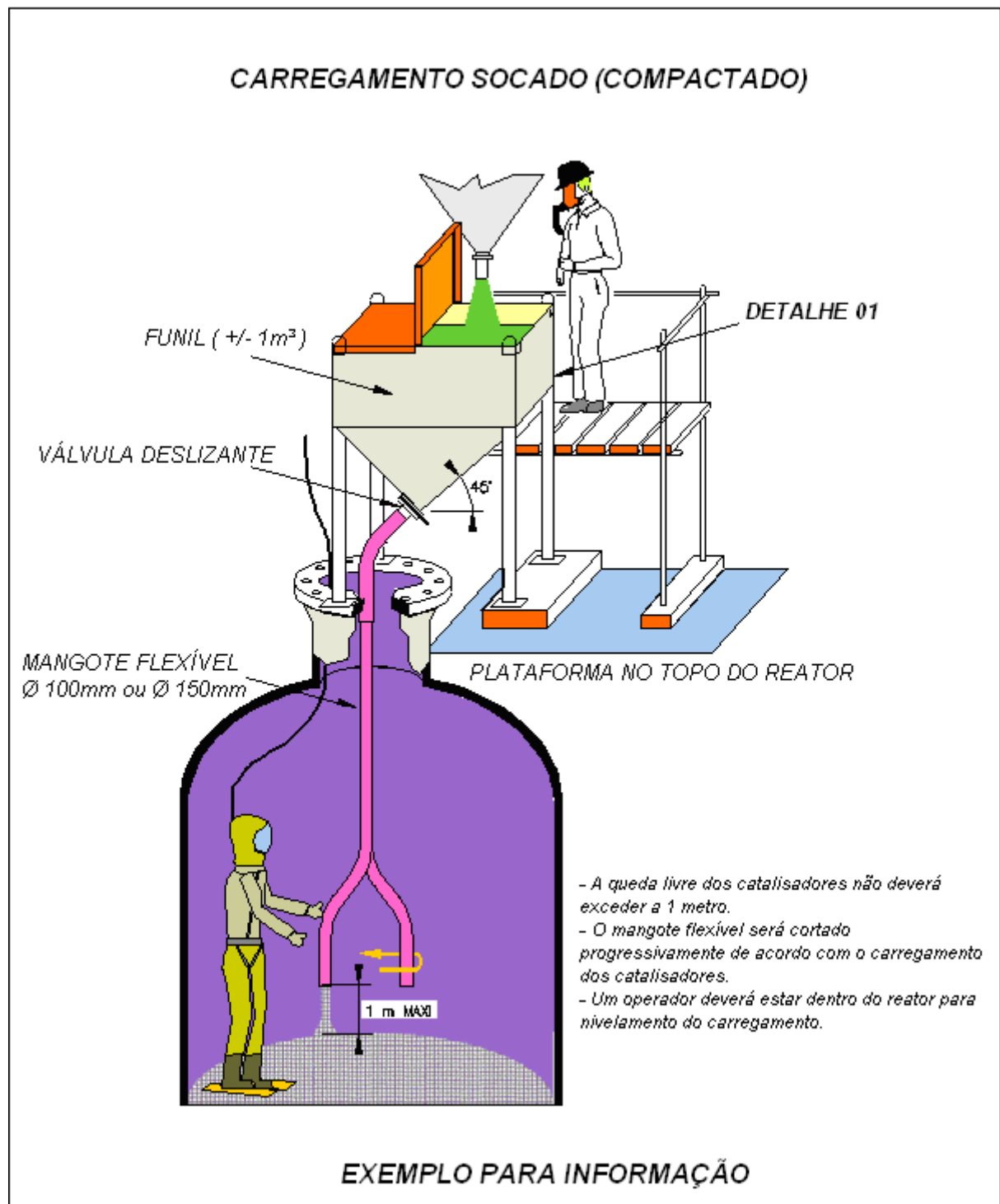


Figura 27 - Carregamento socado

Fonte: Arquivo Pessoal

Ao chover, o carregamento deveria ser interrompido. Foi montada uma cobertura com lona nos casos de previsão de chuva duradoura. Ao interromper-se o carregamento por um período grande, o bocal de carregamento foi fechado, tendo os parafusos do flange apertados para que não existisse contato com o meio atmosférico enquanto a operação estivesse interrompida.

#### **4.13.3. Equipamentos e ferramentas especiais para o carregamento**

Existiam duas opções para a realização do carregamento de catalisadores, sendo:

- Carregamento tambor por tambor;
- Carregamento usando um funil de carga;

Nos próximos itens serão abordadas as duas maneiras de carregamento, sendo que a empresa contratada optou pelo carregamento utilizando o funil de carga, o que aumentou o rendimento do carregamento e diminuiu a exposição ao risco dos trabalhadores envolvidos no carregamento.

##### **4.13.3.1. Abertura dos tambores**

Os catalisadores foram fornecidos em tambores metálicos de 200 litros, ou containers hermeticamente selados. Independentemente do tipo de carregamento, o manuseio dos tambores deve obedecer ao mesmo procedimento conforme, esquema de preparação dos tambores da Figura 28.

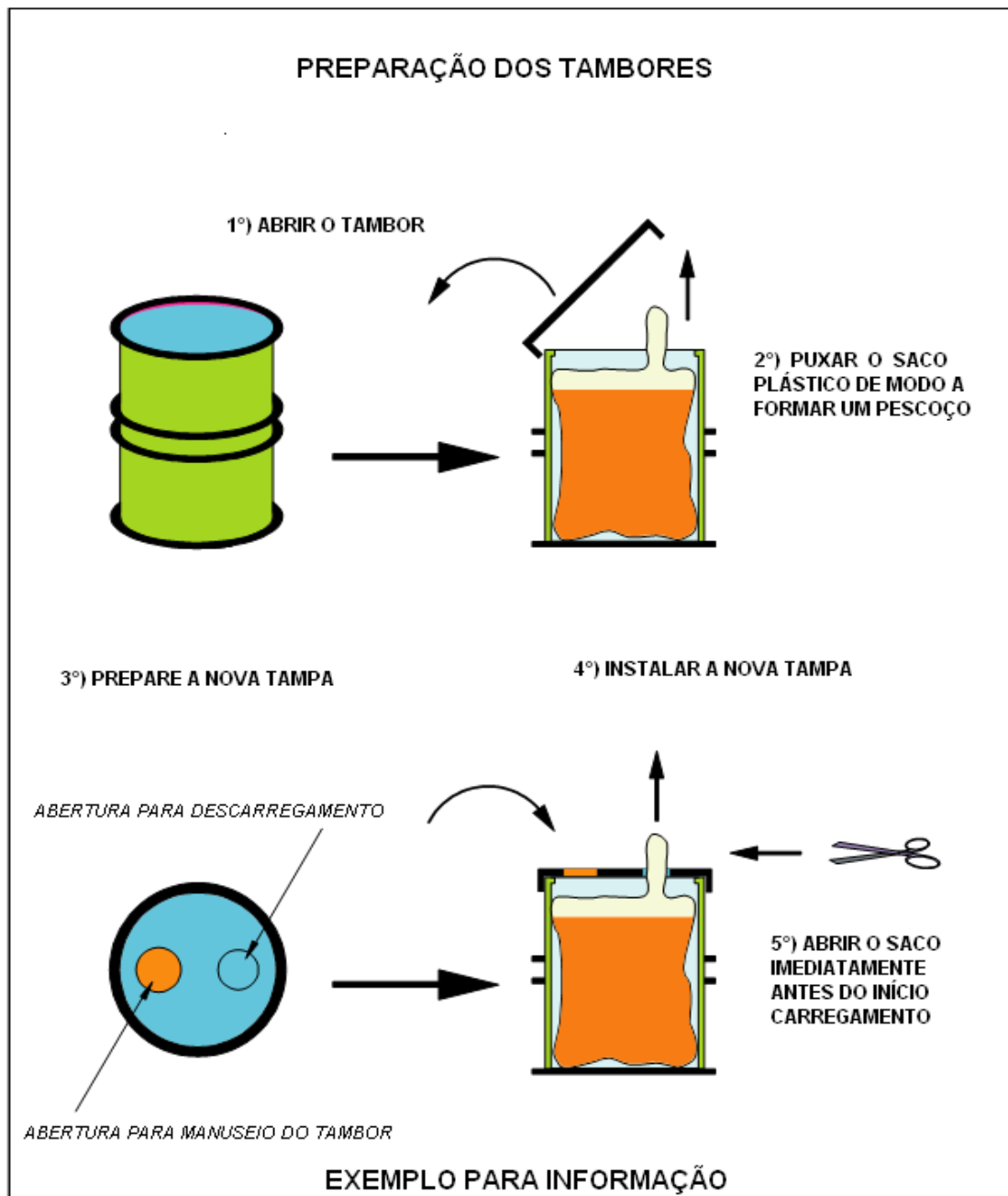


Figura 28 - Esquema de preparação dos tambores

Fonte: Arquivo Pessoal

Os sacos tipo big bags contendo alumina e esferas cerâmicas eram levados até o funil superior, tendo seu fundo rasgado e o produto despejado dentro do funil. Depois, a válvula era liberada, e o produto escoava para dentro do reator.

Para esclarecer sobre o aspecto das esferas cerâmicas (seta amarela) e dos catalizadores (seta vermelha) é apresentada a figura 29.



Figura 29 - Esquema de preparação dos tambores

Fonte: Arquivo Pessoal

#### 4.13.3.2. Equipamentos e Ferramentas especiais para carregamento tambor por tambor

Neste item será destacado de maneira sintetizada e com figuras ilustrativas o carregamento tambor a tambor.

Deveriam ser providenciados equipamentos de movimentação de cargas (caminhão, empilhadeira, etc.) ou qualquer outro dispositivo de içamento com capacidade para levar os tambores em um nível acima do bocal de carregamento, como mostra a Figura 30.

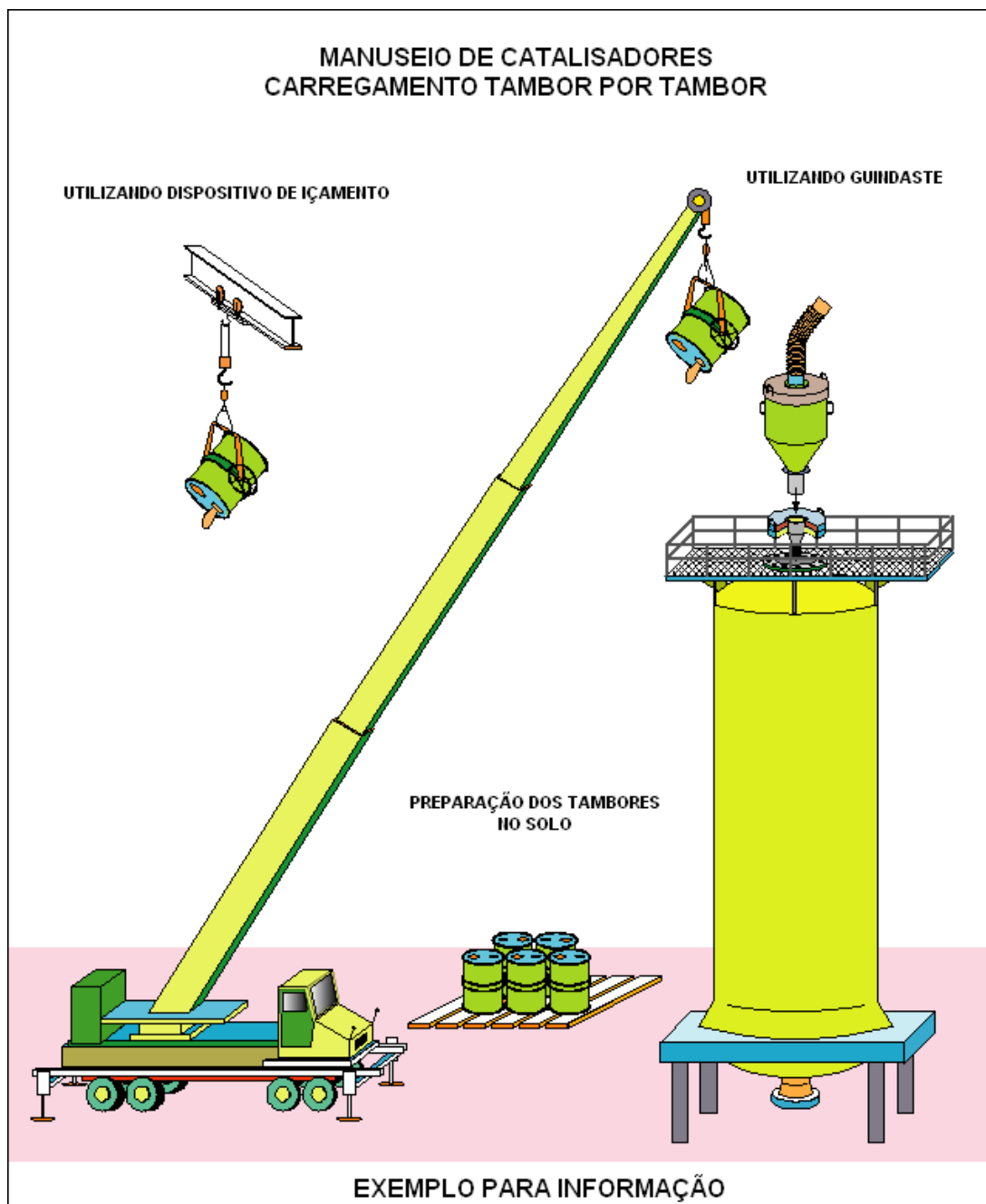


Figura 30 - Esquema de carregamento tambor por tambor

Fonte: Arquivo Pessoal

Apresentam-se abaixo os dispositivos para girar os tambores com catalisadores, na figura 31;

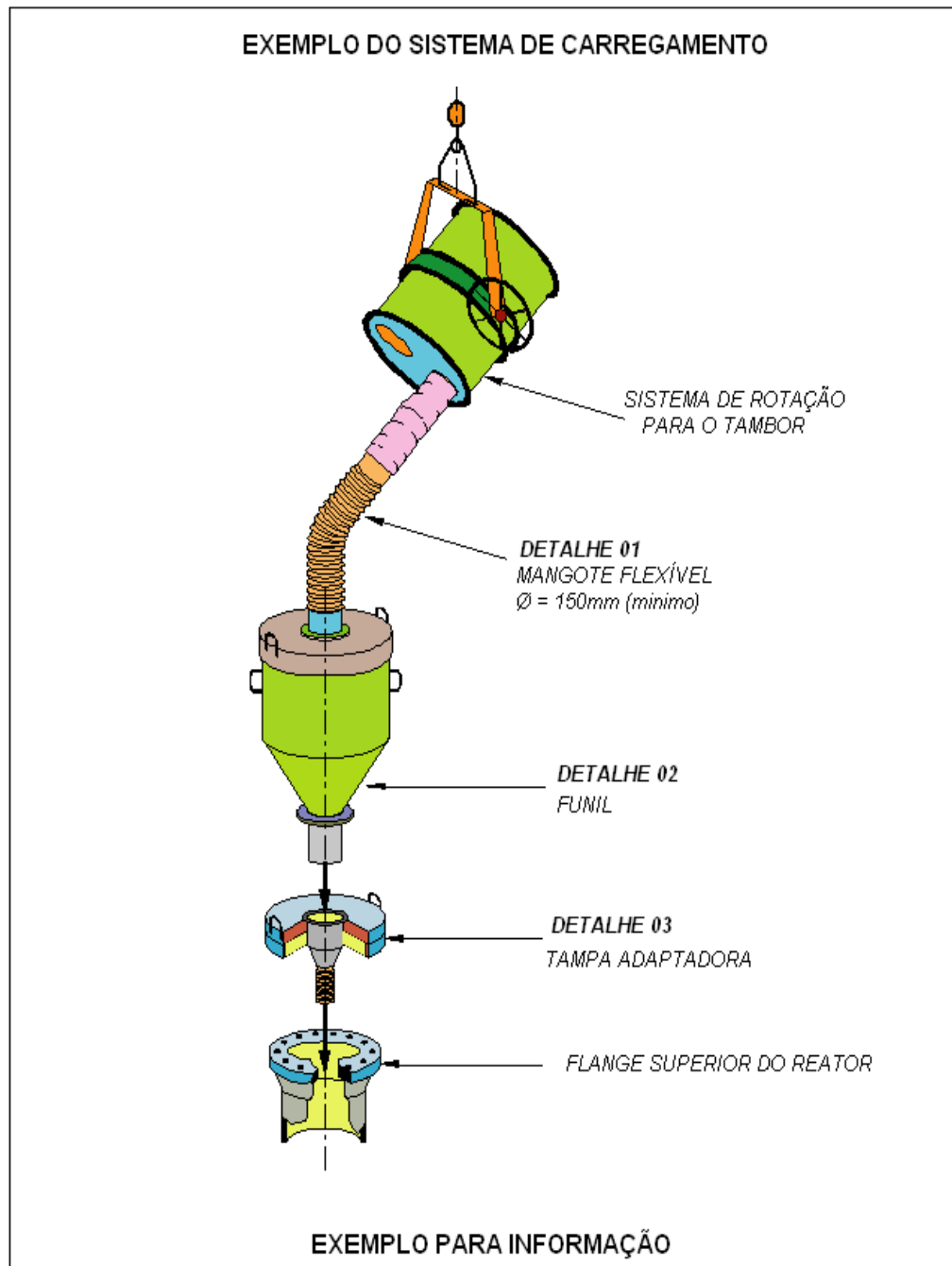


Figura 31 - Dispositivo para girar o tambor

Fonte: Arquivo Pessoal

Detalha-se abaixo o funil adaptador, na Figura 32:

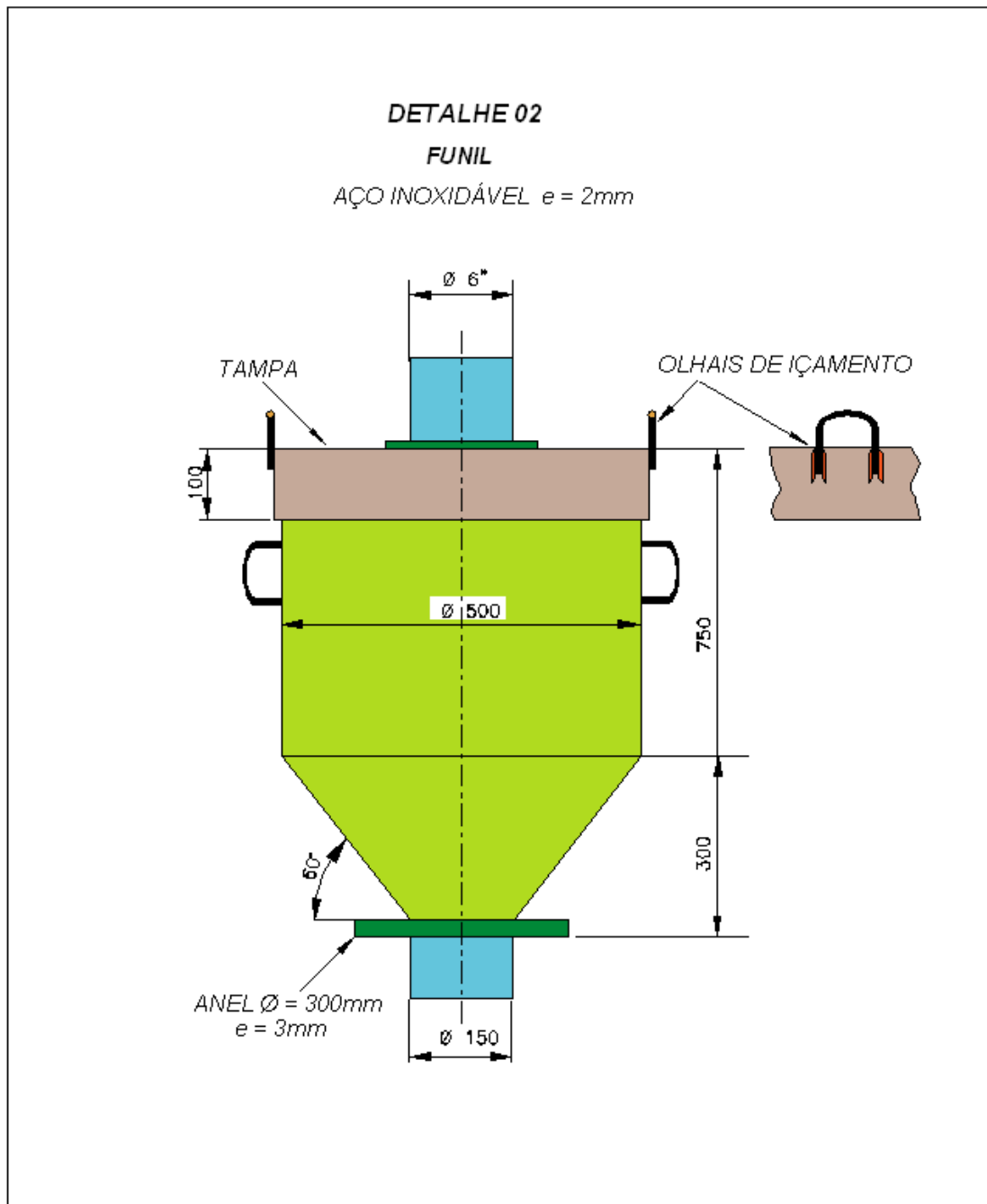


Figura 32 - Funil adaptador

Fonte: Arquivo Pessoal

Mangote flexível para conectar o bocal do tambor ao funil adaptador, conforme Figura 33:



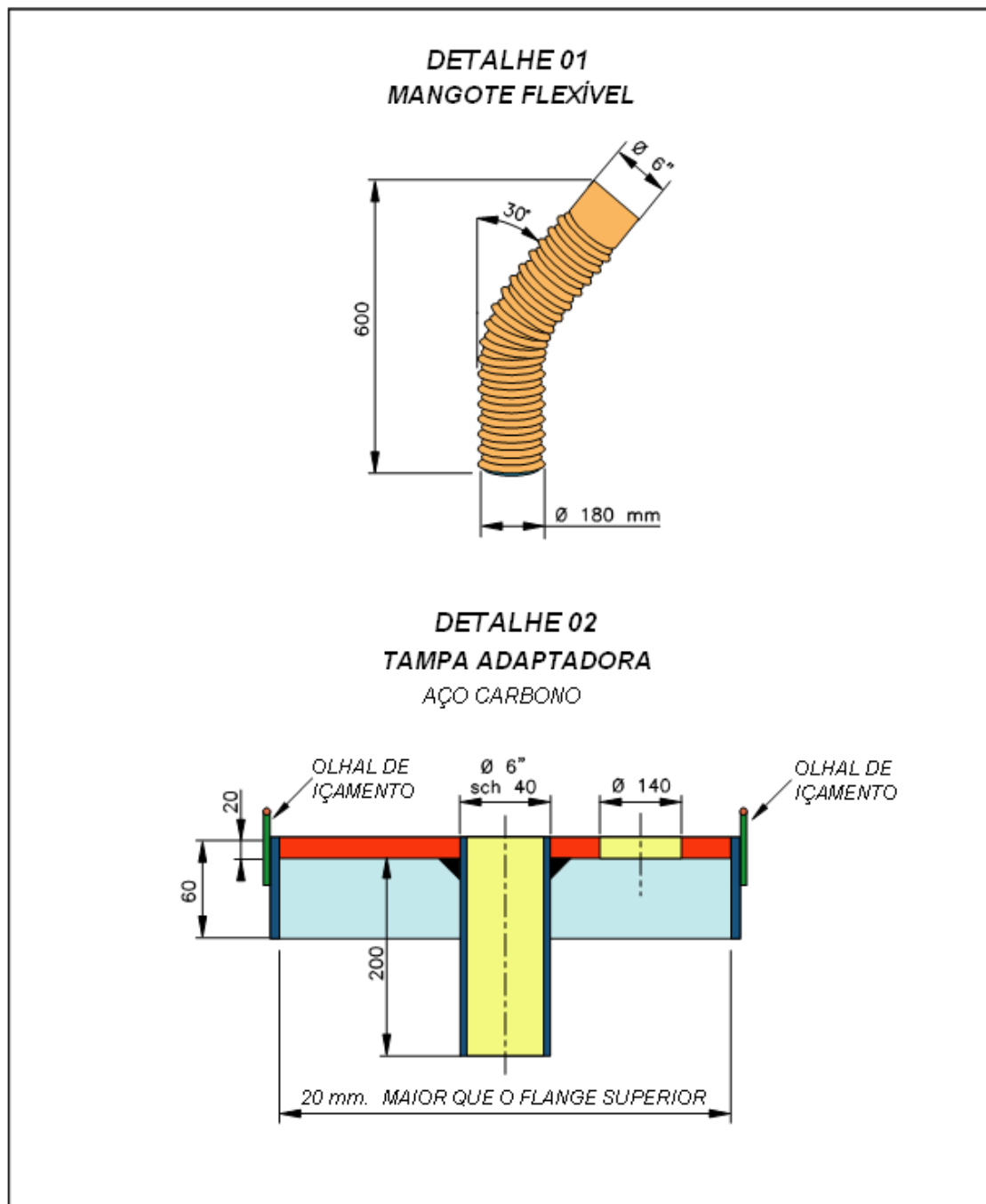


Figura 33 - Mangote flexível e tampa adaptadora

Fonte: Arquivo Pessoal

#### 4.13.3.3. Equipamentos e ferramentas especiais para método de carregamento utilizando funil de carga

Foram providenciados pela logística os equipamentos para movimentação de cargas (caminhão, empilhadeira, etc.), assim como o guindaste para içamento do

funil de carga totalmente carregado, com capacidade superior a 70 toneladas, até o topo do outro funil, instalado na última elevação do reator, como demonstrado na figura 34.

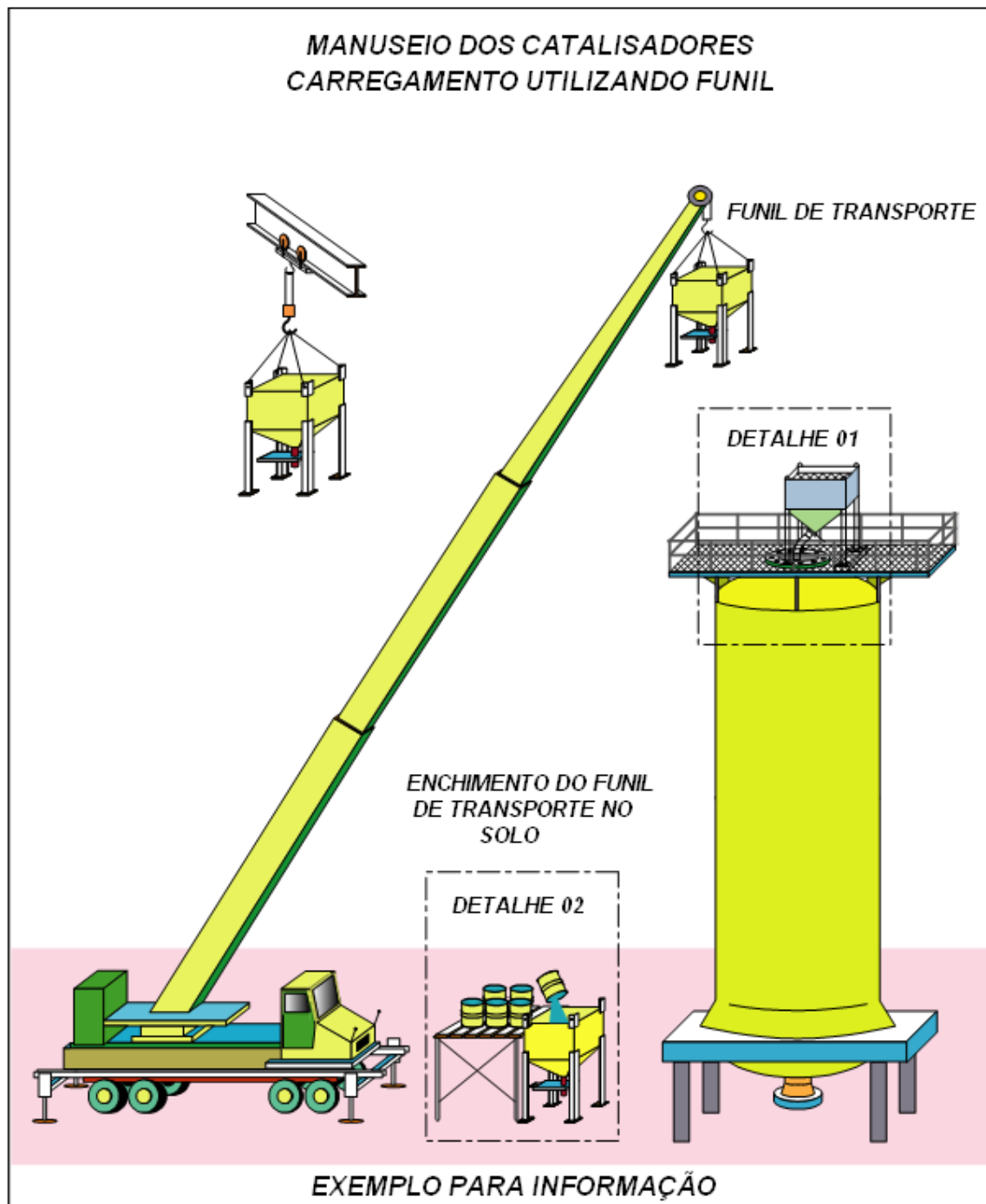


Figura 34 - Manuseio dos catalisadores

Fonte: Arquivo Pessoal

Foi providenciado dispositivo para içamento de pessoas (gaiola); o funil de carga estacionário foi construído e instalado temporariamente no topo do reator. Este funil teve capacidade de aproximadamente 1 metro cúbico, e foi equipado com uma válvula de deslizamento, que conteve o produto dentro do funil até o momento do carregamento. As pernas desse funil tinham altura que permitia a entrada e saída de uma pessoa quando o funil estava no topo do reator, como demonstra a figura 35.

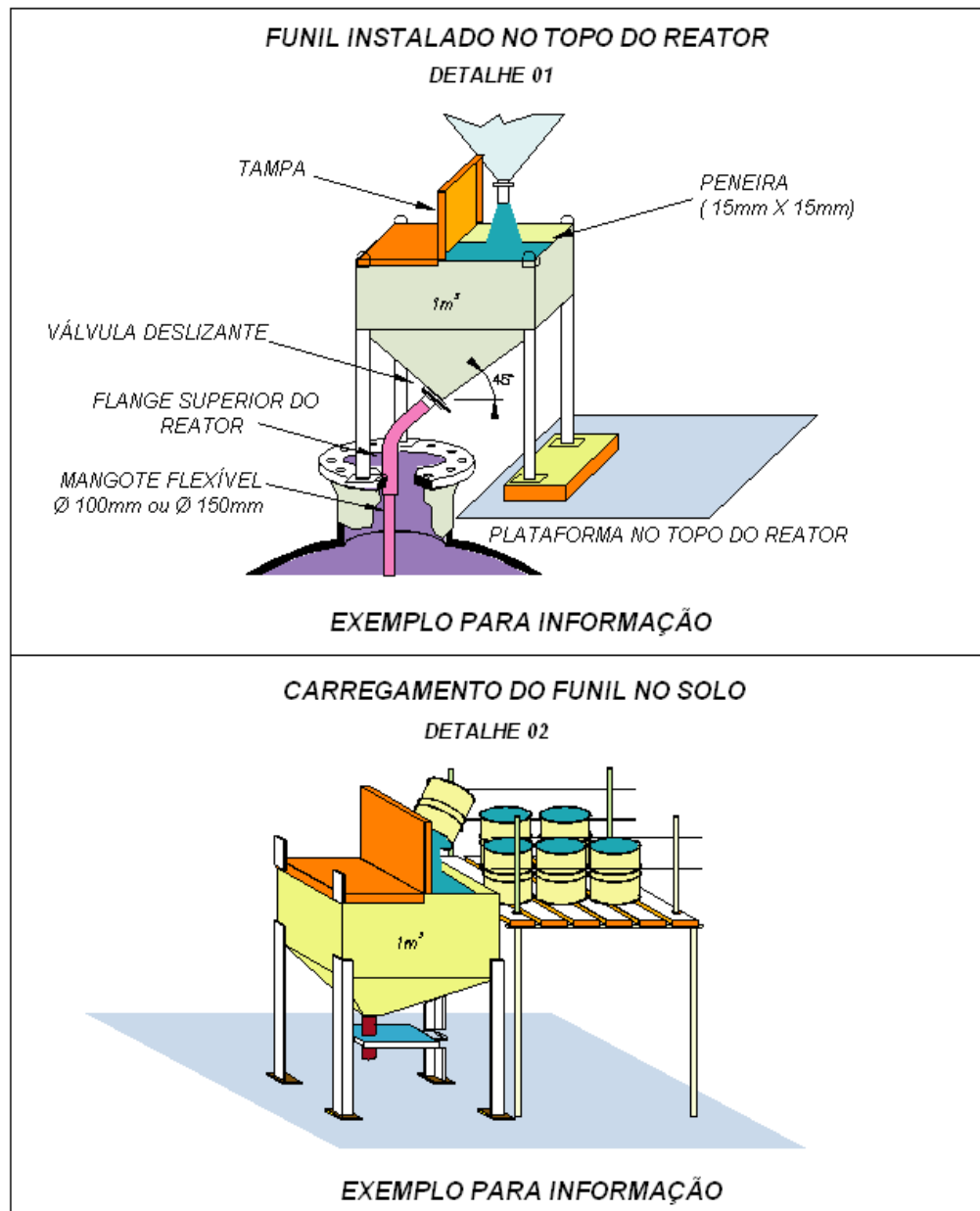


Figura 35 - Funil no topo do reator e no solo

Fonte: Arquivo Pessoal

Outro funil de carga foi providenciado. Este tinha alças para içamento, pois foi utilizado para transportar a carga de catalisadores do solo até o topo do reator. Tinha capacidade para armazenar o volume de 1,2 metros cúbicos, e estava equipado com válvula de deslizamento, para retenção do produto carregado.

Uma plataforma de descarregamento dos tambores foi montada no mesmo nível da carroceria dos caminhões que transportavam os tambores com catalisadores, a fim de facilitar o descarregamento. Os tambores eram transferidos do caminhão para a plataforma e logo em seguida para o funil de carga, que era erguido pelo guindaste. Os tambores vazios eram armazenados em local designado pela empresa contratante.

Coberturas temporárias foram montadas no nível do chão e no topo do reator, para proteger os catalisadores em caso de chuva durante a operação. Uma plataforma provisória também foi instalada no topo do reator, para operação da válvula de deslizamento do funil de carga.

Escadas especiais para acesso ao interior do reator foram instaladas, como mostra a figura 36.



Figura 36 - Escada especial

Fonte: Arquivo Pessoal

Trenas dentro do prazo de validade de aferição foram utilizadas para medição e marcação da altura dos leitos, tábuas de madeira foram utilizadas para montagem de passarelas sobre os leitos, assim como rodo e régua para nivelamento dos leitos, cordas, baldes e sacolas fizeram parte da movimentação de material e ferramentas do topo do reator até os leitos.

Foram disponibilizadas ferramentas para montagem dos internos. Iluminação e sistema de comunicação por rádio estavam disponíveis.

Profissionais foram habilitados para emissão de Permissão de Trabalho e trabalho em ambiente confinado, como exigia o procedimento interno de segurança da empresa contratada.

Tripé trava quedas e cinto de segurança para toda a equipe de carregamento foram disponibilizados. Também foi utilizado macacão impermeável por todos os profissionais que manusearam os catalisadores, além de máscaras e conjuntos autônomos de respiradores, que também estavam disponíveis.

Garrafas para coleta de amostras de catalisadores durante o carregamento foram providenciadas.

O volume de catalisador carregado foi de aproximadamente 1,12 m<sup>3</sup>/hora, durante 15 dias, em regime de 10 horas/dia de trabalho, o que resultou em um total aproximado de 169 m<sup>3</sup> de catalisador.

## 5. CONCLUSÕES

Este trabalho mostra a importância de se planejar todas as ações antes de realizar o carregamento dos reatores, para que as decisões tomadas contribuam diretamente para estudos e mudanças de estratégias que auxiliarão na fixação deste conhecimento e, aprimorando e garantindo a segurança dos envolvidos no processo.

Dada a magnitude do projeto realizado, é importante destacar que tal estudo servirá de referência para futuros trabalhos no meio científico, pois contribuíra para a compreensão dos procedimentos de segurança do trabalho em projetos de carregamento de reatores.

Neste trabalho, foram abordados os aspectos de segurança adotados durante o carregamento de catalisadores em atmosfera inerte de nitrogênio, trazendo ao foco a aplicação de normas, procedimentos internos, planos internos e planejamento das atividades de carregamento.

É possível observar, em muitos dos registros fotográficos apresentados, pessoas na área de carregamento sem utilizar cintos de segurança ou mesmo máscaras de proteção contra gases asfixiantes – no caso específico, o gás inerte utilizado (nitrogênio).

A falta destes itens que foram negligenciados permitiu a ocorrência de acidentes de baixa gravidade, como um arranhão de dedo e uma torção de tornozelo. Nestes casos os trabalhadores acidentados receberam atendimento ambulatorial e retornaram para suas atividades laborais sem complicações.

Em todo caso, o plano e o procedimento foram desenvolvidos de forma relativamente satisfatória, pois não ocorreram acidentes graves, ou seja, acidentes que causassem afastamento dos colaboradores. Também não houve ocorrência de acidentes de alto potencial.

Por fim, cabe mencionar que os objetivos propostos para este trabalho foram atingidos, pois se colocou em evidência a segurança nas atividades de

carregamento, mostrando que, dentro do processo, grande parte dos requisitos legais foi aplicada de forma correta.

Além disso, este trabalho de conclusão também permitiu o aprofundamento do pesquisador nas questões de planejamento dentro da área de segurança do trabalho, requisito cobrado fortemente dentro sistema de petróleo e gás brasileiro. A pesquisa aperfeiçoou conhecimentos a respeito das normas regulamentadoras brasileiras, e por ser o primeiro equipamento com este processo no Brasil, permite ser uma fonte útil para estudos sobre outros equipamentos em outras refinarias, possibilitando aperfeiçoarem seus processos de gestão de segurança.



## REFERÊNCIAS

ATIVIDADE em altura representa 40% dos acidentes de trabalho. **Revista Proteção**, Novo Hamburgo, 13 nov. 2013. Disponível em: <[http://www.protecao.com.br/noticias/acidentes\\_do\\_trabalho/atividade\\_em\\_altura\\_representa\\_40\\_dos\\_acidentes\\_de\\_trabalho\\_/AJyJajb](http://www.protecao.com.br/noticias/acidentes_do_trabalho/atividade_em_altura_representa_40_dos_acidentes_de_trabalho_/AJyJajb)>. Acesso em: 07 jun. 2014.

BIOMANIA. **Patologias:** Asfixia. Disponível em: <<http://www.biomania.com.br/bio/conteudo.asp?cod=2900>>. Acesso em 18 jun. 2014.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Secretaria de Inspeção do Trabalho. Aprova as Normas Regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas a Segurança e Medicina do Trabalho. Portaria nº 3.214, 08 de junho de 1978. **Sislex:** Sistema de Legislação da Previdência Social. 1978. Disponível em: <<http://www3.dataprev.gov.br/sislex/paginas/63/mte/1978/3214.htm>>. Acesso em: 05 jun 2014.

\_\_\_\_\_. Ministério do Trabalho e Emprego. Gabinete do Ministro. Aprova a Norma Regulamentadora n.º 33 (NR-33), que trata de Segurança e Saúde nos Trabalhos em Espaços Confinados. Portaria nº 202, de 22 de dezembro de 2006. **Portal do Trabalho e Emprego:** Legislação. 2006. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BF3E0F1C52FBD/p\\_20061222\\_202.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BF3E0F1C52FBD/p_20061222_202.pdf)>. Acesso em: 05 jun. 2014.

\_\_\_\_\_. Ministério do Trabalho e Emprego. Secretaria de Inspeção do Trabalho. Aprova a Norma Regulamentadora n.º 35 (Trabalho em Altura). Portaria n.º 313, de 23 de março de 2012. **Portal do Trabalho e Emprego:** Legislação. 2012a. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A38CF493C013906886F1A319C/Portaria%20n.%C2%BA%20313%20\(Aprova%20a%20NR-35\).pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A38CF493C013906886F1A319C/Portaria%20n.%C2%BA%20313%20(Aprova%20a%20NR-35).pdf)>. Acesso em: 05 jun. 2014.

\_\_\_\_\_. Ministério do Trabalho e Emprego. **Manual de auxílio na interpretação e aplicação da Norma Regulamentadora N.º 35 - Trabalhos Em Altura:** NR-35 comentada. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2012.

KULCSAR, Francisco Neto; SCARDINO, Paula; POSSEBON, José. **“Espaços Confinados”:** Acidentes Graves e Fatais - Clipping de Notícias. São Paulo: Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho; Agência Brasil de Segurança, 2000.

OHSAS. **OHSAS 18001:2007.** Occupational Health and Safety management systems. OHSAS, 2007.

ROTH, Vanessa; SPONHOLZ, Rachel Hilgenberg. **Avaliação das condições de segurança do trabalho em uma unidade fabril no setor de alimentos.** 2009. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho). Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2009.

SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA (SESI). **Legislação Comentada:** NR 4 - Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho. Salvador: Serviço Social da Indústria - SESI. Departamento Regional da Bahia, 2008a.

\_\_\_\_\_. **Legislação Comentada:** NR 6 - Equipamento de Proteção Individual (EPI). Salvador: Serviço Social da Indústria - SESI. Departamento Regional da Bahia, 2008b.

\_\_\_\_\_. **Legislação Comentada:** NR 11 - Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais. Salvador: Serviço Social da Indústria - SESI. Departamento Regional da Bahia, 2008c.

\_\_\_\_\_. **Legislação Comentada:** NR 33 - Segurança e Saúde nos Trabalhos em Espaços Confinados. Salvador: Serviço Social da Indústria - SESI. Departamento Regional da Bahia, 2008d.

UNIÃO EUROPÉIA. Regulamento (CE) n.º 1907/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 18 de Dezembro de 2006. Relativo ao registo, avaliação, autorização e restrição de substâncias químicas (REACH), que cria a Agência Europeia das Substâncias Químicas, que altera a Directiva n.º 1999/45/CE e revoga o Regulamento (CEE) n.º 793/93 do Conselho e o Regulamento (CE) n.º 1488/94 da Comissão, bem como a Directiva n.º 76/769/CEE do Conselho e as Directivas n.º 91/155/CEE, n.º 93/67/CEE, n.º 93/105/CE e n.º 2000/21/CE da Comissão. **Jornal Oficial da União Europeia**, 30 dez. 2006, L. 396.

WALDHELM NETO, Nestor. **Análise Preliminar de Risco – APR**. 2012a. Disponível em: <<http://segurancadotrabalhonwn.com/analise-preliminar-de-risco-apr/>>. Acesso em: 18 jun. 2014.

\_\_\_\_\_. **Permissão de Trabalho**. 2012b. Disponível em: <<http://segurancadotrabalhonwn.com/permissoao-de-trabalho/>>. Acesso em: 18 jun. 2014.