



SUMÁRIO

33178 - RELAÇÃO ENTRE ARRANJO FÍSICO E SEGURANÇA DO TRABALHO NOS PROCESSOS PRODUTIVOS: UMA PRÁTICA DESDE A CONCEPÇÃO DO PROCESSO Patrícia Pereira Pacheco, Vilson Menegon Bristot ¹	2
--	---

Trabalho completo de relato de ensino

33178 - RELAÇÃO ENTRE ARRANJO FÍSICO E SEGURANÇA DO TRABALHO NOS PROCESSOS PRODUTIVOS: UMA PRÁTICA DESDE A CONCEPÇÃO DO PROCESSO

Patrícia Pereira Pacheco, Vilson Menegon Bristot¹

¹ Núcleo de Estudos em Engenharia de Produção,
Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, Brasil.

Planejar o *layout* de uma organização é essencial para que se tenha um ambiente de trabalho proporcional e seguro. Isso faz com que as áreas dos setores, tamanhos de máquinas e todos os ambientes que compõem a planta sejam respeitados. A falta de planejamento de arranjo físico traz consequências operacionais como excesso de movimentação, falhas e atrasos; e também significa a existência de riscos às pessoas, pois a disposição das máquinas e equipamentos feita de forma inadequada pode causar acidentes. Além disso, é imprescindível a sinalização e disponibilidade de equipamentos de proteção. O presente estudo trata-se de um relato de ensino cujo objetivo foi projetar uma linha de produção de tubos de refino de petróleo de grande dimensão, visando a segurança do trabalho na concepção do arranjo físico mais adequado. Todas as partes de uma fábrica foram planejadas. Também foram feitas as sinalizações e mapa de riscos do ambiente de trabalho; os cuidados com EPI's e descarte dos resíduos foram considerados. Através deste estudo a segurança do trabalho se mostrou essencial, e considerá-la a partir da concepção de um projeto torna-o mais completo, podendo ser considerada uma medida de prevenção.

Palavras-chave: Segurança do trabalho, riscos, arranjo físico, processo de produção.

1 INTRODUÇÃO

O processo de transformação de matéria prima em produto acabado consiste na utilização de diferentes processos e máquinas para dar forma ao produto. Cada máquina e equipamento utilizado nesse processo exige um espaço diferente e uma forma de ser alocado, pois os ativos de uma indústria têm tamanhos, pesos e especificações diferentes. A alocação dos ativos dentro de uma indústria deve ser bem planejada, pois um dos objetivos do processo é a pouca movimentação de máquinas e equipamentos dentro da fábrica. A movimentação em demasia acaba gerando custos operacionais e falhas no processo; se há demora, há perdas. Então, para tornar o processo produtivo mais eficiente possível, é preciso planejar e pensar na melhor forma de montar o arranjo físico da empresa.

“As decisões de arranjo físico definem como a empresa vai produzir. O *layout*, ou arranjo físico é a parte mais visível e exposta de qualquer organização. A



necessidade de estudá-lo existe sempre que se pretende a implantação de uma nova fábrica ou unidade de serviços ou quando se estiver promovendo a reformulação de plantas industriais ou outras operações produtivas já em funcionamento” (PEINADO E GRAEML, 2007).

Mas os riscos que uma empresa corre ao deixar de lado o planejamento do arranjo físico vão além dos custos operacionais e falhas no processo. As consequências disso estão relacionadas à ergonomia e segurança do trabalho. Se as máquinas não estiverem dispostas de forma a facilitar o transporte de materiais e fluxo de pessoas, há chances de acidentes de trabalho. Isso se deve às especificações dos materiais, que têm diferentes tamanhos e pesos, e precisam ser movimentados por pessoas e máquinas que também estão ligados ao processo. Por exemplo, se as matérias primas são muito grandes para manusear, podem bater em outras máquinas e causar danos. Quando se trata de planejar a disposição das máquinas que compõem o *layout*, inclui também o que está em movimento dentro da fábrica: pessoas e outras máquinas. Para Slack et. al. (2002), quando se define o arranjo físico de uma empresa é que se decide onde colocar todas as instalações, máquinas, equipamentos e colaboradores.

Os acidentes de trabalho podem estar ligados ao excesso de movimentação de materiais, riscos (físicos, químicos, ergonômicos...), aos acidentes com máquinas, falta de EPI's e de sinalização. O presente trabalho teve o objetivo de idealizar e projetar uma linha de produção cujo produto final era extenso, obtido através do processo de calandragem. Portanto era preciso pensar em sua movimentação dentro da fábrica de forma que não apresentasse riscos aos equipamentos e trabalhadores. O espaço da fábrica era limitado, e dentro dele tinha que ser disposta a indústria por completo: todo o processo produtivo, desde o recebimento de materiais, até a expedição. Porém, tudo isso teve que ser feito visando a segurança do trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ARRANJO FÍSICO

Stevenson (2001) considera que o arranjo físico é a configuração de departamentos, de centros de trabalho e de instalações e equipamentos com movimentação otimizada. Gaither e Frazier (2001) dizem que definir o arranjo físico significa



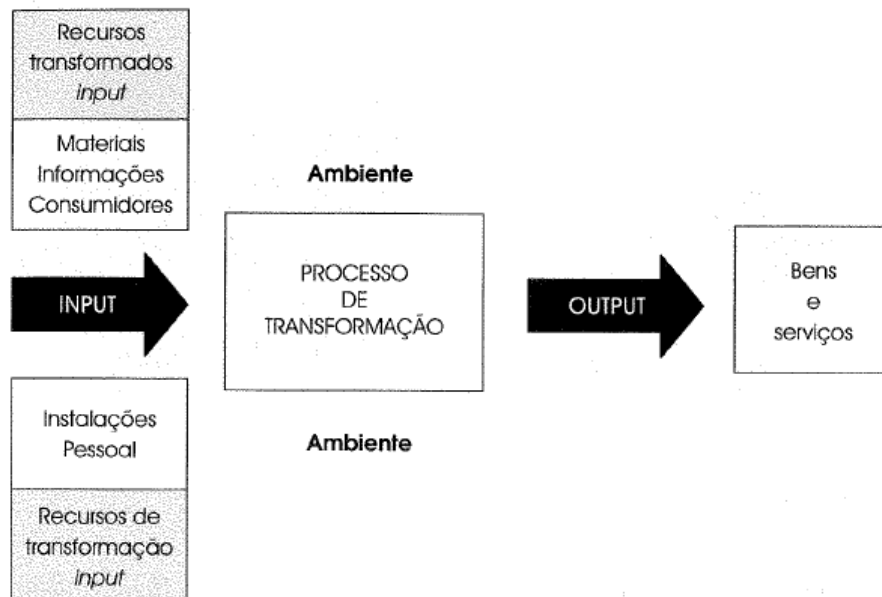
planejar a localização de todas as máquinas, utilidades, estações de trabalho, áreas de atendimento, armazenamento, banheiros, refeitórios, fluxo de materiais e pessoas. Ritzman & Krajewski (2004) reafirmam a ideia de arranjo físico ao considerarem que seu planejamento envolve decisões sobre a disposição dos centros de atividade econômica, e definem centro de atividade econômica: uma pessoa, um grupo de pessoas, o balcão de um caixa, uma máquina, uma banca de trabalho e assim por diante.

Já Gurgel (2003) define arranjo físico como a habilidade de se converter os elementos complexos e interrelacionados da organização da manufatura em uma estrutura capaz de atingir os objetivos da empresa pela otimização entre a geração de custos e a geração de lucros. As decisões do arranjo físico podem ser de nível estratégico, quando se estudam novas fábricas, ampliações ou mudanças no processo de produção, que envolvem grandes investimentos. Geralmente são tomadas por pessoas contratadas e mais especializadas; ou de nível tático, quando as alterações não são muito representativas quanto as de nível estratégico. Os riscos envolvidos e valores são mais baixos. Geralmente, são tomadas pelo próprio gerente ou diretor industrial (PEINADO E GRAEML, 2007).

2.2 PROCESSO DE PRODUÇÃO

Peinado e Graeml (2007) abordam o processo de produção sob o ponto de vista operacional, e afirmam que este envolve recursos a serem transformados e os recursos transformadores, que ao passarem por um processo de produção serão tidos como produto final, que se tratam de bens e serviços criados pela organização. A Figura 1 mostra o processo de entradas, processamento e saídas.

Figura 1 - Processo de transformação



Fonte: Slack e Colaboradores (2006).

Slack e Colaboradores (2006) abordam este modelo da figura acima para qualquer processo de produção. Entretanto, há operações diferentes, específicas para cada atividade. Ao se observar de longe um prédio de um hospital e de uma fábrica, por exemplo, eles podem ser parecidos, já que consistem em um grande edifício onde circulam funcionários onde se realizam entregas. Porém, as operações são diferentes, e, além disso, um oferece produtos, e o outro, serviços. O autor destaca a diferença de cada processo de transformação, tornando clara a necessidade de se manter atento às especificidades de cada processo produtivo.

Já Silva (2009) salienta que tudo dentro de uma organização é processo, desde a definição de sua visão e missão, até gestão de caixa, pesquisa de mercado, planejamento da produção, entre outros. Neste estudo, o processo de produção estudado foi o de calandragem, que para Peixoto e Aita (2012) é um processo de conformação mecânica “utilizado para curvar chapas e perfis. Neste processo, o raio de curvamento pode ser ajustado pela distância entre os cilindros (rolos) que compõem a máquina, chamados de calandras”.

2.3 SEGURANÇA DO TRABALHO E RISCOS



Peixoto (2011) diz que a Segurança do Trabalho pode ser entendida como o conjunto de medidas adotadas, visando minimizar os acidentes de trabalho, doenças ocupacionais, bem como proteger a integridade e a capacidade de trabalho das pessoas envolvidas. A Segurança do Trabalho é praticada pela conscientização de empregadores e empregados em relação aos seus direitos e deveres. A Segurança do Trabalho deve ser praticada no trabalho, na rua, em casa, em todo lugar e em qualquer momento. Segurança do Trabalho pode ser definida como a ciência que estuda as possíveis causas de acidentes de trabalho, para prevenir sua ocorrência, cujo papel é assessorar o empregador, buscando a preservação da integridade física e mental dos trabalhadores e a continuidade do processo produtivo. (VOTORANTIM METAIS, 2005).

Para a Votorantim Metais (2005), a segurança visa evitar aquilo que ocorre pelo exercício do trabalho em prol da empresa, provocando lesão corporal ou morte, perda ou redução da capacidade de exercer um trabalho. Uma outra visão de acidente é a que o define como uma ocorrência não programada, que interrompe ou interfere uma atividade, ocasionando perda de tempo ou lesões nos trabalhadores (VOTORANTIM METAIS, 2005).

Os fatores geradores de acidentes de trabalho, para Peixoto (2011), são considerados riscos. “São agentes presentes no ambiente de trabalho que podem trazer prejuízo à saúde e à qualidade de vida do trabalhador à empresa”. O autor divide os riscos ambientais em: químicos, físicos, biológicos, ergonômicos e mecânicos. Além disso, aborda os fatores geradores de acidentes de trabalho que originam os riscos:

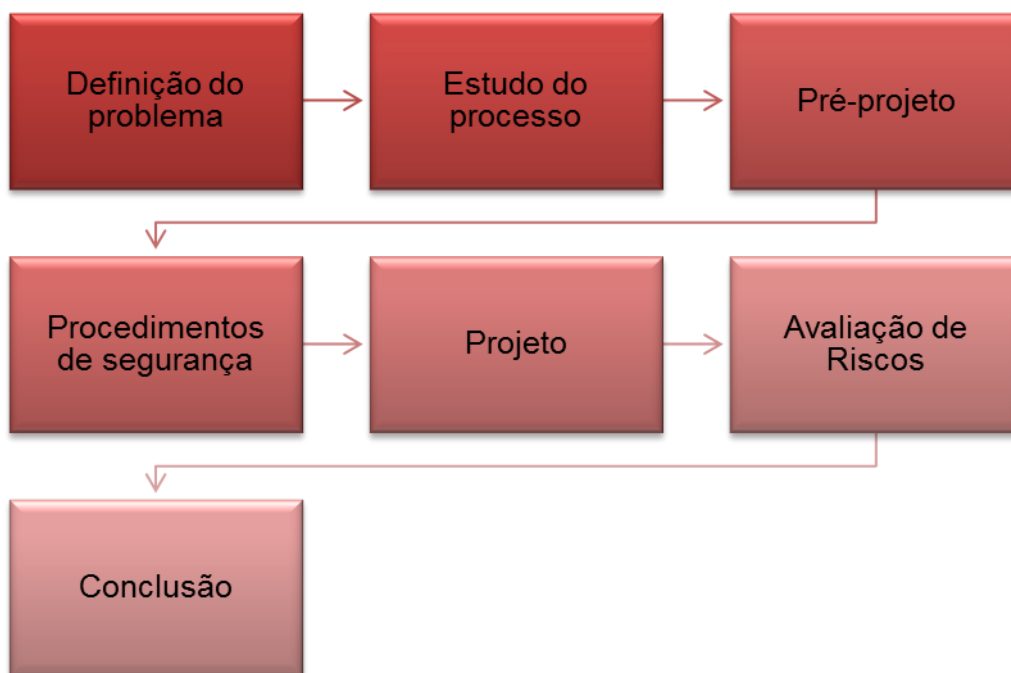
- Arranjo físico inadequado;
- Ordem e limpeza precárias;
- Máquinas e equipamentos sem proteção;
- Ferramentas inadequadas ou defeituosas;
- Iluminação inadequada;
- Eletricidade;
- Probabilidade de incêndio ou explosão;
- Armazenamento inadequado (PEIXOTO, 2011).

Onde, para cada tipo de serviço, as máquinas e equipamentos utilizados devem estar em boas condições, assim como o ambiente de trabalho, que deve oferecer os requisitos necessários de higiene, espaço, adequações e armazenamento. Esses pontos asseguram a saúde do trabalhador e o bom desempenho das operações (PEIXOTO, 2011).

3 METODOLOGIA

O presente relato demonstra a aplicação das normas e ações de segurança do trabalho na concepção de um arranjo físico industrial. A partir da definição do problema e das especificações propostas, foi feito um estudo do processo produtivo em questão, seguindo-se as demais etapas da Figura 2:

Figura 2 - Etapas do estudo



Fonte: Autores (2017).

Ao se analisar o processo, foi possível usar a interdisciplinaridade para atribuir suas funções, divisão de setores, máquinas e equipamentos utilizados, assim como o planejamento do espaço visando a segurança e ergonomia do local e dos trabalhadores. As ferramentas utilizadas foram a pesquisa em relação ao processo de calandragem, conformação mecânica em geral, máquinas e arranjo físico. Foi feito um agrupamento de informações onde através de *brainstorm* foi possível chegar à uma concepção de arranjo físico e sequência de operações. Os estudos sobre NR's aplicáveis e EPI's utilizados forneceram as informações necessárias sobre segurança, e para ilustrar o arranjo físico obtido, foi utilizada a ferramenta *Autocad*.



Quanto as especificações do trabalho: tamanhos do terreno, produto final, tamanho e espaço para máquinas e itens obrigatórios, foram dados pelo professor, mas a forma de relacionar as informações e criar o processo coube aos alunos. Para finalizar o trabalho e fazer as sinalizações de segurança, os procedimentos foram manuais, onde foram pintadas e desenhadas as faixas e itens de segurança exigidos. O estudo tem como característica um relato de ensino, pois se trata da utilização de um método prático para que, através do estudo e aprendizado, seja possível visualizar a necessidade de observar e aplicar a segurança do trabalho dentro de um processo produtivo.

3.1 EXPERIÊNCIA DE ENSINO

Inicialmente, foram dados os conceitos de arranjo físico e de que forma se pode observar a importância da segurança no ambiente de trabalho. Com isso, as etapas do trabalho foram passadas aos alunos, assim como as instruções. O estudo foi feito tendo como base o processo de calandragem, cujo produto final seria uma torre de fracionamento de petróleo, com 8 metros de diâmetro e 20 metros de comprimento. As demais instruções e itens indispensáveis ao trabalho foram:

- Cada cm equivale a 1 metro;
- Empilhadeira: 2cm x 1cm;
- Pilares: 1cm x 1cm x 20cm;
- Espaço interno ou externo para descarga de materiais: 30m x 40m;
- Calandragem: 60m x 70m;
- Soldagem;
- Espaço para tratamento final da superfície;
- Carregamento de caminhões;
- Investigar meios de carregamento para fora e para dentro da fábrica;
- Sinalização;
- Estação de transformadores;
- Central de ar comprimido e rede;
- Almoxarifado.

Com essas informações, foi dado início ao estudo do processo (Figura 3), e da melhor forma de dividir os setores, entrada (matéria-prima) e saída (produto acabado) do

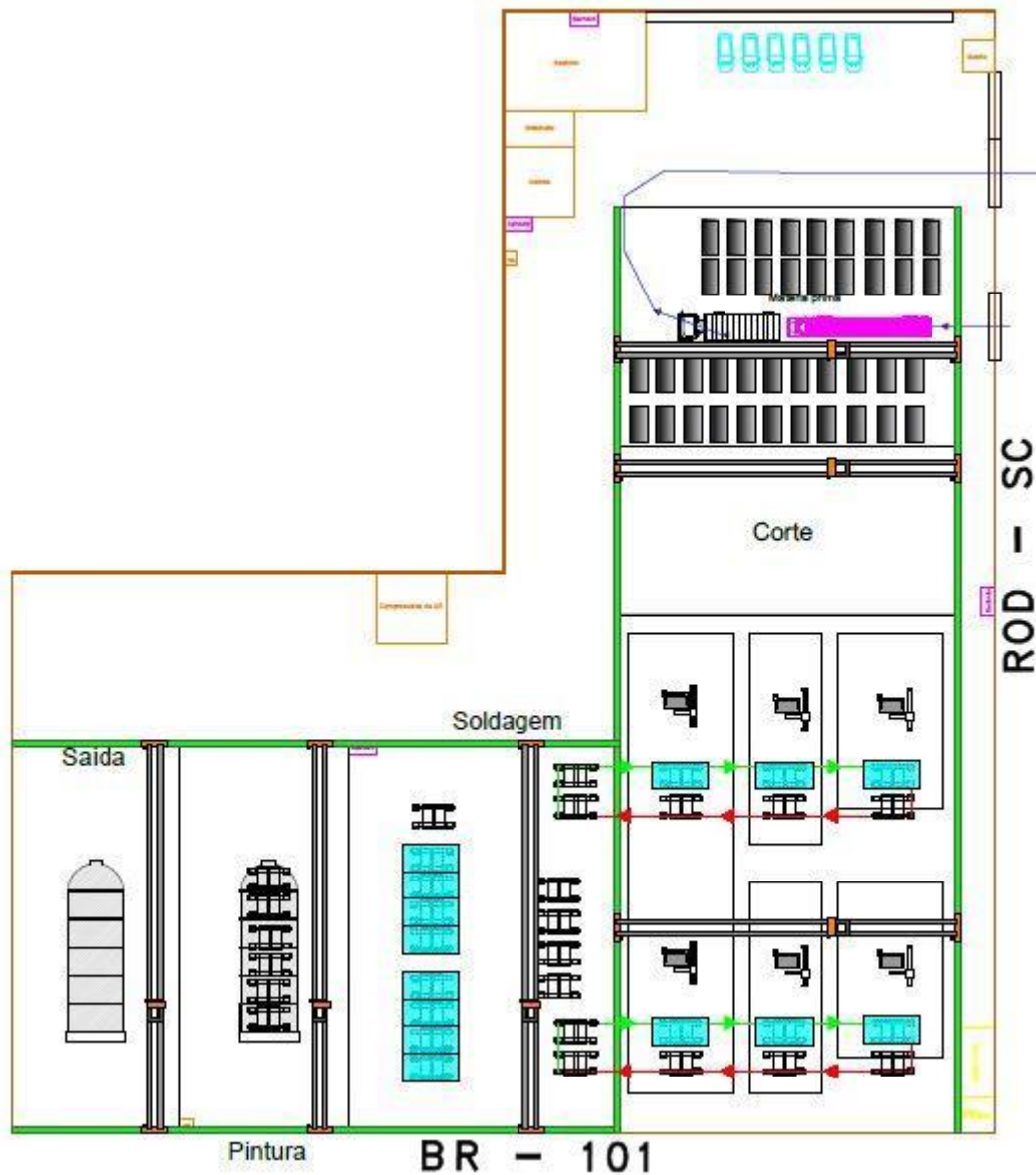
processo, máquinas, equipamentos e formas de transporte. Enfim, tudo o que seria necessário para o processo. O resultado pode ser observado na Figura 4.

Figura 3 - Processo de transformação



Fonte: Autores (2017).

Figura 4 - Layout da fábrica



Fonte: Autores (2017).

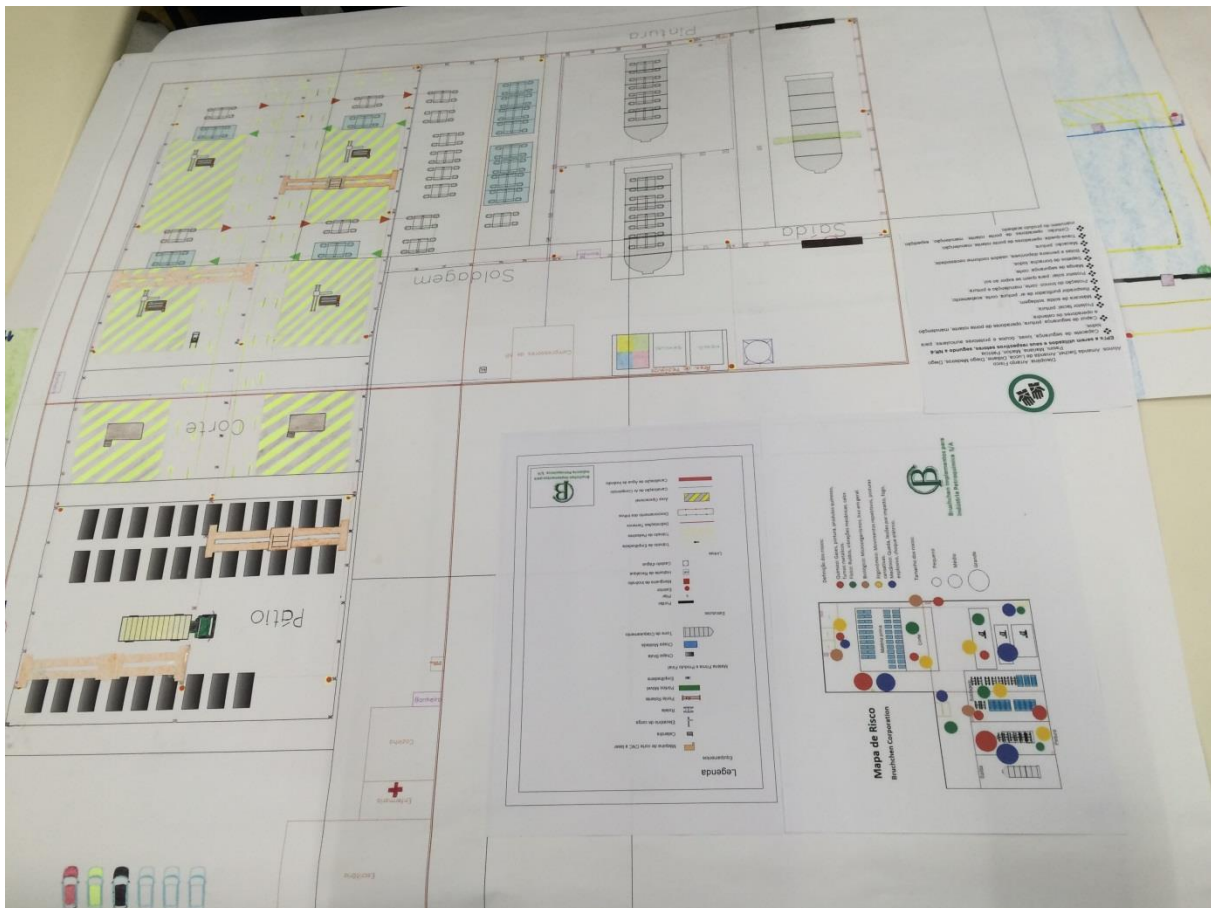
Após concluída a etapa do arranjo físico, começaram a ser estudadas as NRs e aplicações da segurança no trabalho. Como forma de obter o melhor possível do aprendizado, foram consultadas:

- NR-26, que trata da sinalização de segurança;
- NR-6, que fala dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI);
- NR-11, aplicada em pontes rolantes e pórticos;
- NR-12 para máquinas e equipamentos;

- NR - 5, Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA);
- NR-23, proteção contra incêndios;
- Demais normas e materiais que auxiliassem na realização do trabalho, assim como assistência do professor.

Além disso, as questões ambientais quanto a descarte dos resíduos foram observadas. Através das informações obtidas, foi dado andamento nas sinalizações dentro do arranjo físico, que foi plotado em papel para que fosse possível colorir e colar os desenhos e sinalizações. A foto da Figura 5 representa o desenho final.

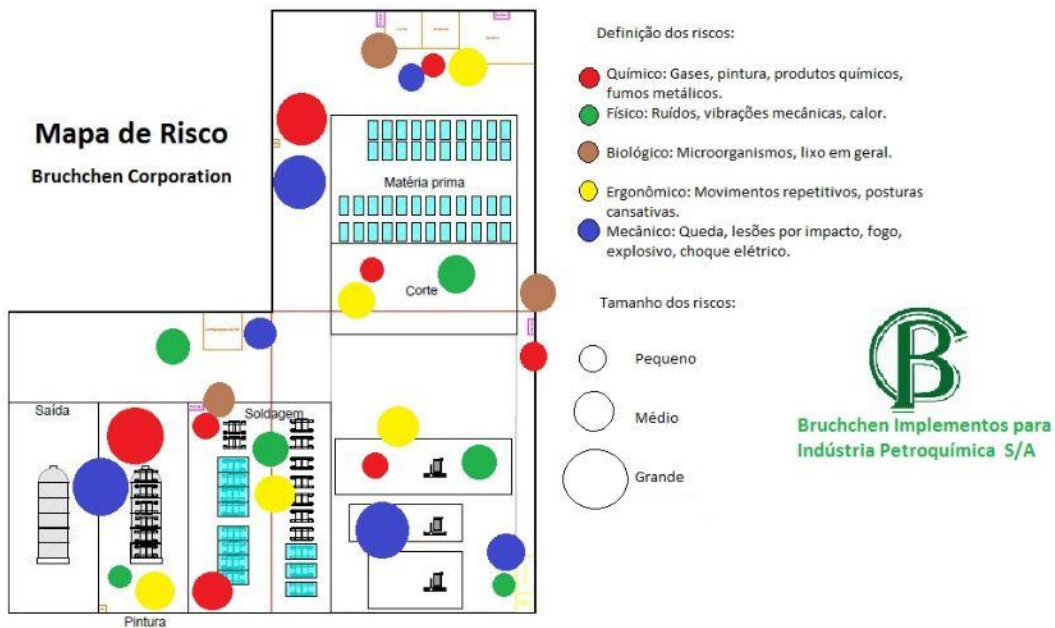
Figura 5 - Trabalho concluído



Fonte: Autores (2017).

Foi feito um mapa de risco (Figura 6), que identifica os riscos existentes dentro de cada setor e o tamanho do risco - pequeno, médio e grande -. O mapa possibilita aos funcionários e visitantes reconhecer os riscos existentes no ambiente de trabalho que exigem atenção e cuidados, assim, são utilizados meios de prevenção contra acidentes.

Figura 6 - Mapa de risco



Fonte: Autores: 2017.

4 CONCLUSÃO

Os riscos no ambiente de trabalho são evidentes, e para evitar acidentes é necessário criar medidas de prevenção. Ao se criar um processo de produção, é essencial visar a segurança, e de que forma cada etapa pode acontecer sem colocar o trabalhador em risco. Em uma fábrica, é comum presenciar trabalhadores e equipamentos operando sem os devidos cuidados, até mesmo um arranjo físico sem espaço suficiente, ou com movimentação em excesso que, além de significar perda no processo, pode ocasionar danos maiores. Isso acontece porque geralmente a segurança não está entre as prioridades da empresa, às vezes é colocada apenas como obrigação para atender requisitos.

Isso pode ser modificado se a conscientização for colocada em prática; um processo produtivo pode ser eficiente, lucrativo e seguro. Inclusive, a segurança do trabalho tem como objetivo prevenir danos ao trabalhador e à empresa que, caso algo aconteça, será também responsável pela falha. Com este estudo, foi possível colocar em prática uma das melhores formas de propor a segurança do trabalho como algo extremamente importante: estudá-la juntamente com o processo, onde em cada etapa e em cada setor, foi possível visualizar as necessidades do *layout* em relação a execução das tarefas.



Além disso, segundo Peinado e Graeml (2007), se o arranjo físico não for bem elaborado, as conseqüências podem ser graves. Padrões de fluxo excessivamente longos e confusos são causadores de grandes prejuízos, podendo inviabilizar o próprio negócio. Cada setor tem sua especificidade, e estudar a segurança do trabalho na concepção do processo produtivo facilita o trabalho. Cada máquina e equipamento, proteções, sinalizações tem um papel importante na prevenção de acidentes. É uma boa alternativa também pegar a planta de uma fábrica com o processo já construído para visualizar os riscos existentes e as não conformidades. Essa prática pode ajudar a identificar as falhas no processo juntamente com as exigências das normas de segurança.

REFERÊNCIAS

DINIZ, Antônio Castro. **Manual de Auditoria Integrado de Saúde, Segurança e Meio Ambiente (SSMA)**. 1. ed. São Paulo: VOTORANTIM METAIS, 2005.

GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pioneira, 2001. pp. 168-179.

GURGEL, Floriano do Amaral. **Glossário de engenharia de produção**. Fundação Vanzolini.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da Produção: (Operações Industriais e de Serviços)**. Curitiba: Unicenp, 2007. 750 p.

Peixoto, Neverton Hofstadler. **Curso técnico em automação industrial : segurança do trabalho**. 3. ed. Santa Maria : Universidade Federal de Santa Maria : Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, 2010. 128 p. : il.

Peixoto, Nirvan Hofstadler; Aita, José Carlos Lorentz. **Tecnologias e processos industriais I**. Santa Maria : Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria ; Rede e-Tec Brasil, 2012. 58 p.

RITZMAN, Larry P.; KRAJEWSKI, Lee J. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Prentice Hall, 2004. pp. 407-410.

SILVA, Ana Carolina da. **Processo e arranjo físico: um estudo na Tutoria do Curso de Graduação em Administração a Distância da Universidade Federal de Santa Catarina**. 2009. (80 folhas). Trabalho de Conclusão de Estágio (Graduação em Administração). Curso de Administração, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2002. pp.344-356.