

# **Sistema de Informação Industrial: uma Abordagem Interdisciplinar direcionada ao Gerenciamento de Riscos**

*Industrial Information System: an Interdisciplinary Approach targeted to the Risk Management*

Ramos, Débora Tatiana Ferro; M.Sc.; Universidade Federal de Pernambuco  
[dtferro@gmail.com](mailto:dtferro@gmail.com)

Martins, Laura Bezerra; Dra.; Universidade Federal de Pernambuco  
[laurabm@folha.rec.br](mailto:laurabm@folha.rec.br)

Dayse Cavalcanti de Lemos Duarte; Ph.D.; Universidade Federal de Pernambuco  
[dayse\\_duarte@hotmail.com](mailto:dayse_duarte@hotmail.com)

## **Resumo**

Este artigo enfoca a utilização do design como ferramenta para a preservação da integridade física e mental de trabalhadores, evidenciando seu caráter social. Evitar acidentes ou, no mínimo, atenuar suas conseqüências, é de interesse público e atinge tanto à população em geral, quanto às indústrias e instituições governamentais. Busca-se enfatizar que o projeto de sistemas de informação estende-se além da formulação de placas de advertência, indicando-se a necessidade de profissionais que projetem com consistência e respeito às limitações dos usuários e às demandas impostas pelo sistema, através do gerenciamento de riscos.

**Palavras Chave:** Sistema de Informação; Indústria; Gerenciamento de Riscos.

## **Abstract**

*This paper focuses the use of design as tool for the preservation of worker's physical and mental integrity, evidencing its social nature. To avoid accidents or, at the very least, to attenuate its consequences, is a public interest and reaches the population in general, as well industries and government institutions. Searches to emphasize that project of information systems extends over the formulation of warning signs. Here's indicated the need of professionals who project with consistency and respect to the limitations of users and the demands imposed for the system, through the risks.*

**Keywords:** Information System; Industry; Risks Management.

**Anais do 8º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design**

8 a 11 de outubro de 2008 São Paulo – SP Brasil ISBN 978-85-60186-03-7

©2008 Associação de Ensino e Pesquisa de Nível Superior de Design do Brasil (AEND|Brasil)

Reprodução permitida, para uso sem fins comerciais, desde que seja citada a fonte.

Este documento foi publicado exatamente como fornecido pelo(s) autor(es), o(s) qual(is) se responsabiliza(m) pela totalidade de seu conteúdo.

## **1. Introdução**

O desenvolvimento da indústria, estreitamente aliado à evolução tecnológica, mostrou-se notório ao longo das últimas décadas. Entretanto, embora os processos produtivos tornem-se cada vez mais automatizados, não se podem esquecer a presença e atuação do ser humano – personagem ativamente envolvido neste contexto e, contraditoriamente, diversas vezes desconsiderado durante a concepção de projetos. Uma das premissas da Ergonomia consiste em, desde a fase de concepção de um sistema, levar em consideração o usuário. Para DUL e WEERDMEESTER [2004], o conhecimento do usuário pelo projetista é fator primordial no projeto de interfaces.

O crescimento industrial e a necessidade latente da preservação da integridade humana motivam a execução deste trabalho. Defende-se a hipótese de que considerar as intenções de comportamento dos usuários durante o projeto de sinalizações possibilita o desenvolvimento de um sistema informacional mais eficaz, que evite distorções na informação e, conseqüentemente, na compreensão da mesma.

Embora existam, no Brasil, Normas que regulamentem a utilização de cores nos locais de trabalho, não foram encontradas diretrizes que norteiem a configuração gráfica, bem como a exposição do conteúdo informacional de sinalizações de segurança e advertências na indústria. Deste modo, o desenvolvimento do projeto do manual de sinalizações fica a critério do designer que, em geral, não conhece o contexto de utilização das mesmas.

A utilização de rotas de fuga é um exemplo de situação em que se requer uma sinalização que habilite o indivíduo a tomar decisões seguras e eficazes no menor intervalo de tempo possível. Enxerga-se, aqui, a oportunidade de mostrar que através do design é possível evitar que um pequeno incidente se transforme em uma tragédia de grandes proporções.

Sabe-se que aspectos particulares ao leitor [como escolaridade, crenças, valores e repertório] podem impedir que a comunicação seja plenamente estabelecida. Todavia, há sempre uma série de circunstâncias que criam as condições para que erros e acidentes ocorram. Esses fatores, em geral, têm origem no sistema e não do usuário.

Durante esta pesquisa, duas análises foram desenvolvidas em paralelo: A primeira diz respeito à investigação do comportamento previsto pelos usuários do sistema e a segunda concerne à análise de vulnerabilidade de alguns pontos da indústria estudada. Através do cruzamento de dados de ambas as pesquisas, pretendeu-se apresentar uma nova maneira de se observar o Sistema de Sinalização Industrial, evidenciando um dos aspectos mais relevantes deste trabalho: as vantagens do desempenho interdisciplinar durante o projeto de sistemas de informação.

## **2. A Intenção de Comportamento**

Embora o erro humano possa se estabelecer antes da tomada de decisão [percepção], durante [processamento] ou depois da mesma [ação], é através do comportamento que se pode mensurar a eficácia de uma sinalização [KALSHER & WILLIAMS, 2006]. Segundo os autores, o melhor indício sobre se um indivíduo irá cumprir com as instruções é sua intenção para cumprir. Numa pesquisa onde é inviável dimensionar o comportamento, a melhor solução é observar as questões em que ele está envolvido, considerando também os processos cognitivos que o baseiam, bem como as intenções.

Wogalter [2006] afirma que algumas pesquisas utilizam como método de mensuração as intenções de comportamento e não o comportamento real. Os participantes deste tipo de pesquisa são perguntados sobre uma ou mais questões quanto à advertência de um produto ou um determinado risco no ambiente. Isto ocorre porque testes de comportamento são freqüentemente bastante difíceis de conduzir. Alguns motivos de se optar pela análise das intenções de comportamento incluem aspectos como:

- Questões éticas e de segurança não permitem que as pesquisas exponham os participantes a riscos reais;
- O cenário construído deve se assemelhar ao real e, ao mesmo tempo, preservar-se seguro;
- Manter uma pesquisa requer custos em termos de tempo e esforço.

Esta pesquisa foi conduzida com base na identificação e análise das intenções de comportamento [ou comportamento previsto] de possíveis usuários do Sistema de Informação. O estudo se deu numa indústria localizada [OMITIDO PARA REVISÃO CEGA] e, será abordado o comportamento previsto em situações de emergência onde seja necessário utilizar rotas de fuga.

### 3. Análise de Vulnerabilidade

Mesmo diante da maturidade tecnológica e do excelente gerenciamento dos riscos nas indústrias, eventos como incêndios continuam a ocorrer, dizimando vidas e trazendo prejuízos a pequenas e grandes corporações. Assumindo que uma indústria representa um sistema com diversas partes interagindo entre si e com meio ambiente, faz-se necessário compreender como ocorre esta interação, a fim de descobrir como os incêndios e explosões ocorrem.

Algumas interações são familiares. Outras não são visíveis ou não são compreendidas de imediato. Assim, certas interações indesejáveis poderão ser antecipadas pelos projetistas; outras não. Certas interações capazes de resultar em uma seqüência de eventos e falhas que conduzem a um incêndio/explosão podem ser prevenidas. DUARTE [no prelo] cita que um vazamento de gás e sua ignição poderão influenciar aspectos do projeto, como: localização das defesas ativas; localização dos detectores de gás; tipos de sistemas de supressão; e equipamentos para situações de emergências.

Mesmo que sistemas de proteção sejam disponibilizados, muitas incertezas poderão ser responsáveis pelo sucesso ou falha do sistema que busca o controle do incêndio. Neste caso, pergunta-se não se o incêndio será controlado e extinto, mas quando isso irá acontecer.

#### 3.1. Incertezas da Análise

Um aspecto a ser considerado em uma análise de vulnerabilidade são as incertezas associadas aos cenários e modelos matemáticos propostos. A princípio, esses cenários poderão ser alcançados através de vazamentos nas conexões de flanges, conexões e selos de tubulações, bombas, etc. Porém, há incertezas quanto ao tipo e localização do incêndio. Neste trabalho, as incertezas associadas às conseqüências foram estimadas. A Tabela 01 a seguir relaciona fontes de incertezas existentes no estudo.

**Tabela 01: Fontes de incertezas presentes na análise de vulnerabilidade**

<b>1. Cenários para o evento inicial</b>
As faltas ou condições externas ao sistema que resultarão em um incêndio, explosão ou vazamentos de produtos tóxicos.
<b>2. Desenvolvimento do evento inicial</b>
1. Falhas das proteções intrínsecas do sistema.
2. Gases solúveis no óleo.
3. Ignição.
4. Explosão.
5. Incêndio de poças e/ou “spray”.
6. “Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion” - BLEVE*
7. Colapso estrutural.

<b>3. Probabilidade de ocorrer o evento inicial</b>
1. Frequência. 2. Probabilidade de ignição.
<b>4. Modelos para os possíveis fenômenos físicos</b>
1. Incêndio em poças. 2. Incêndio <i>spray</i> . 3. Incêndios de jato, i.e. <i>jet fire</i> 4. <i>Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion - BLEVES</i> 5. Explosão de nuvem: Equivalente de TNT, método de multienergia. 6. Dinâmica computacional dos fluidos-CFD
<b>5. Quantificação do impacto</b>
1. Energia térmica irradiada. 2. Pressões resultantes da onda de choque. 3. Dispersão atmosférica: Efeitos tóxicos.
<b>6. Medidas mitigadoras</b>
Projeto intrinsecamente seguro. Proteções do sistema serão recomendadas.

Além das incertezas relacionadas na Tabela 01, há a capacidade do ser humano em estimar as incertezas e a confiança nos resultados obtidos. As diversas saídas possíveis de serem obtidas a partir da análise dos riscos e vulnerabilidade, os modelos matemáticos e cenários possuem certo grau de incertezas. Integrando as vantagens de modelos teóricos e empíricos, os modelos empregados para a quantificação dos incêndios e explosão foram semi-empíricos. Estes incorporam o conhecimento teórico, e o conhecimento adquirido com outros experimentos.

## 4. Objetivos do Estudo

### 4.1. Objetivo Geral

O objetivo da pesquisa foi conhecer e analisar as intenções de comportamento evidenciadas por usuários do sistema de sinalização industrial. Pretendeu-se mapear erros relacionados aos procedimentos de segurança e corrigir distorções, possibilitando aos usuários uma atuação mais rápida e precisa, quando da exposição a um determinado risco.

### 4.2. Objetivos Específicos

- Categorizar sinalizações encontradas em indústrias;
- Cruzar dados obtidos com análises das intenções de comportamento e análises de vulnerabilidade da indústria;
- Subsidiar futuros projetos relacionados ao design, bem como ao planejamento de segurança na indústria, através da análise da intenção de comportamento.

## 5. Procedimentos Metodológicos Adotados

Como não se encontrou, na literatura pesquisada, metodologia específica e aplicável à realização desta pesquisa, foram adotados procedimentos metodológicos em seu desenvolvimento, que permitiram alcançar os objetivos pretendidos. A pesquisa foi conduzida da seguinte maneira:

Definiram-se os riscos a serem abordados: incêndios, vazamentos e explosões. Foram observadas, registradas e categorizadas sinalizações em indústrias de grande porte da Região Metropolitana da cidade do Recife/PE, Brasil. Delimitou-se a área de atuação da pesquisa em sinalização indicativa de rota de fuga.

Numa etapa exploratória, foram realizadas visitas técnicas à indústria. Problemas foram identificados, e gerados os primeiros questionamentos sobre o sistema. Visitas ao local, e entrevistas assistemáticas com funcionários permitiram que diversas questões relativas ao processo, à organização do trabalho e aos procedimentos de segurança adotados fossem esclarecidas.

Observações assistemáticas permitiram também que problemas relacionados ao Sistema de Informação fossem identificados. Geraram-se hipóteses, tais como a possibilidade de se considerarem seguros locais possivelmente atingidos em caso de incêndios e explosões.

Foram realizadas reuniões com a equipe de engenharia, responsável por identificar e analisar os cenários que seriam contemplados pelo projeto. Foram apresentados os cenários e discutidos os riscos existentes, bem como os possíveis acidentes. Com base nos dados coletados em visitas à indústria, foi elaborado o questionário padrão. O mesmo passou por ajustes sugeridos pela equipe e começou a ser aplicado, em fase de pré-teste. Novos ajustes foram realizados e deu-se início à utilização do questionário-padrão. Os dados coletados foram classificados sistematicamente. As informações obtidas foram, então, confrontadas com as hipóteses geradas e refinadas nas etapas anteriores.

## **6. Estudo de Caso**

### **6.1. Análise do Usuário do Sistema**

- Conduziu-se esta etapa do estudo com o intuito de:
- Mapear a ocupação das áreas que compõem a empresa, pelos funcionários;
- Identificar a percepção dos usuários quanto ao ambiente no qual estão inseridos;
- Identificar o comportamento previsto em situação de fuga pelos usuários do sistema.

Foi aplicado questionário-padrão, com questões objetivas e subjetivas, agrupadas em:

- Dados Pessoais;
- Dados sobre as atividades do respondente na empresa;
- Dados sobre a percepção da segurança no ambiente de trabalho;
- Dados sobre o comportamento previsto em situação de fuga.

#### *Procedimentos para Aplicação dos Questionários*

Os funcionários terceirizados foram considerados na entrevista, pois se constituem maioria [89% da população total], e não são população flutuante. Os cargos que ocupam compreendem desde níveis operacionais [setor de serviços gerais, manutenção e operação de planta]; até cargos estratégicos, com alto poder de decisão [coordenação, supervisão e diretoria]. Para a determinação da amostra [população de 113 pessoas], assumiu-se um nível de confiança de 95% [02 desvios padrão] e um erro máximo permitido de 7,5%.

Assim, os questionários foram aplicados individualmente, com 69 participantes, nos seus próprios postos de trabalho, evitando o deslocamento dos entrevistados para outro setor. Os participantes não precisaram se identificar.

As entrevistas foram registradas num gravador de voz digital. Os dados foram transcritos para o questionário-padrão e tabulados no programa Microsoft Excel 2003.

#### *Resultados da Pesquisa*

“*Dados Pessoais*”: Nesta seção, pôde-se traçar o perfil dos funcionários quanto ao nível instrucional.

“Dados sobre as atividades do respondente na empresa”: Esta seção esboçou características dos funcionários no que diz respeito à sua convivência na empresa. Permitiu também mapear o tempo de permanência dos participantes nas áreas da planta durante sua jornada de trabalho, a rotatividade de funcionários e o caráter da atuação dos mesmos em situações de emergência. Identificaram-se as principais rotas percorridas pelos usuários, bem como os trechos de maior acesso.

## 6.2. Uma Análise Interdisciplinar

As questões a seguir envolveram as análises de vulnerabilidade. Pontos da planta foram selecionados, e os acidentes simulados de acordo com dados típicos da literatura. Nas simulações, atribuiu-se aos dados de entrada [temperatura, pressão, diâmetro e comprimento da tubulação, vazão, etc.] valores caracteristicamente encontrados na indústria de processamento [petroquímicas, termoeletricas, químicas, etc.].

Para a geração dos gráficos que representam as dimensões de possíveis acidentes, utilizou-se o software ALOHA [Areal Location of Hazardous Atmospheres], reconhecido pela EPA [Environmental Protection Agency] e amplamente utilizado por pesquisadores da área. Esta ferramenta permitiu calcular impacto térmico, ondas de choque, bem como nuvem tóxica gerados nas situações propostas.

“Dados sobre a percepção da segurança no ambiente de trabalho”: Esta seção possibilitou compreender como o usuário percebe o ambiente no qual está inserido, no que diz respeito à sua própria segurança e aos procedimentos em caso de emergência.

Os participantes citaram os locais que acreditavam ser os mais seguros da planta; isto é, aqueles mais difíceis de serem atingidos caso houvesse um acidente em outro ponto. De igual modo, foram solicitados a citar os locais mais inseguros.

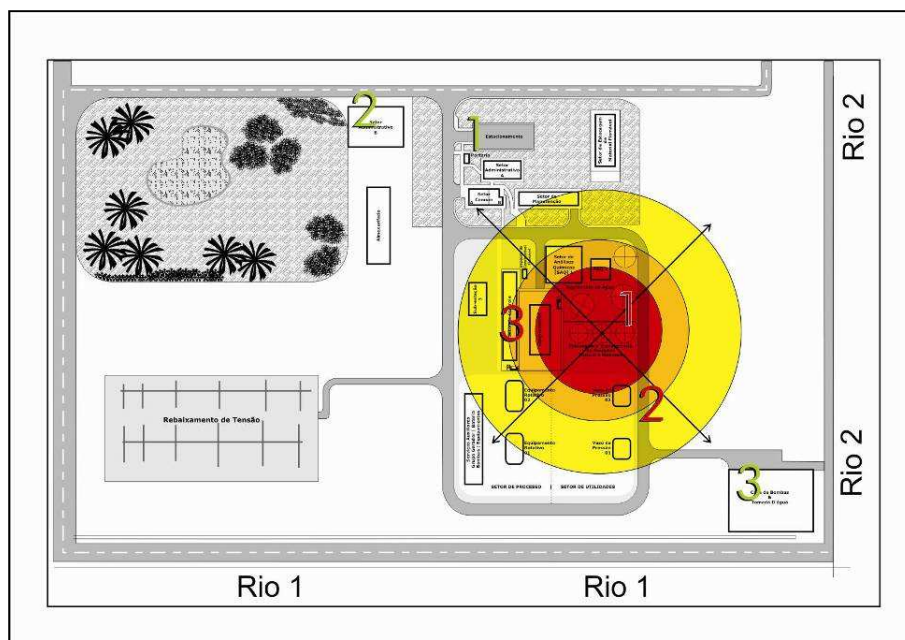


Figura 01: Locais citados como mais seguros e mais inseguros da planta / Simulação de acidente com vazamento nas tubulações de alimentação do Setor de Estocagem e Transferência de Produtos Tóxicos e Flamáveis.

O 03 locais considerados mais seguros foram: a Portaria e/ou Vias Externas [n=26]; o Setor Administrativo B [n=13] e Área de Tomada D'água [n=10]. Os 03 locais mais inseguros na opinião dos entrevistados foram: Área de Estocagem e Transferência de Produtos Tóxicos

e Flamáveis [n=19]; os Vasos de Pressão e áreas próximas [n=16] e o Setor de Controle [n=9].

Segundo as análises de vulnerabilidade, um dos locais mais vulneráveis da planta é a área próxima à Estocagem e Transferência de Produtos Tóxicos e Flamáveis. Embora lá não haja grande concentração de pessoas, a ocorrência de um acidente tomaria maiores proporções, atingindo as proximidades do setor administrativo e da manutenção.

Os locais mais seguros [numeração verde] e inseguros [numeração vermelha] citados estão assinalados na Figura 01, acima. A Figura 01 indica também as dimensões de um acidente no local. A área vermelha indica que num raio de 43metros há potencialidade de morte em cerca de 60seg. A área laranja faz referência a um raio de 70metros, onde queimaduras de segundo grau ocorrem em cerca de 60seg. A área amarela, com 92metros de raio, delimita a área onde se sofrem dores em cerca de 60seg após o início do fogo.

“Dados sobre o comportamento previsto em situação de fuga”: A quarta seção buscou identificar o comportamento previsto quanto à escolha de rotas de evacuação, em situações de emergência.

Solicitou-se que descrevessem o caminho que percorreriam, caso desconhecessem o local exato do acidente. Um total de 20 rotas diferentes foi citado. A questão seguinte solicitou que descrevessem que rota percorreriam, saindo do posto de trabalho, caso houvesse um acidente em outro ponto da indústria. Foram delimitados 07 locais específicos da planta e, em todos os casos, diversas rotas e/ou ações diferentes foram citadas. A quantidade de rotas citadas indica uma incompatibilidade entre os scripts mentais formados pelos entrevistados. Não houve coesão entre as soluções que eles prevêm que adotariam, mesmo quando não se especificou o local do acidente.

Segundo as análises de vulnerabilidade, geraram-se gráficos dos acidentes em pontos específicos da indústria. Estes foram sobrepostos às rotas citadas pelos entrevistados, traçadas na planta-baixa da empresa.

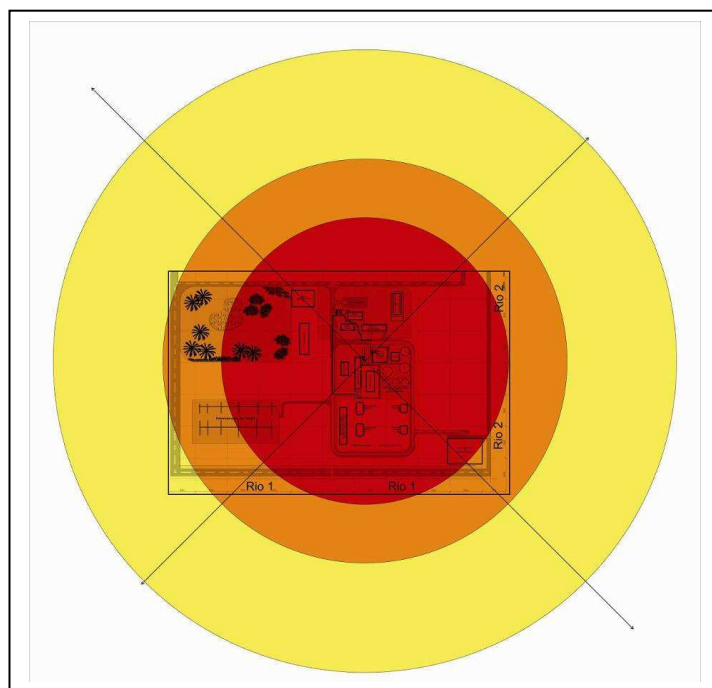


Figura 02: Simulação de acidente no Depósito de Combustível Flamável. Sobreposição sobre as rotas traçadas.

A Figura 02 [acima] representa um exemplo de como foram feitas as sobreposições. Neste caso, consta a simulação de um acidente no Depósito de combustíveis inflamáveis. A área

em vermelho indica potencialidade de morte em 60 segundos e corresponde a um raio de 225 metros. A área laranja abrange um raio de 315 metros e indica que as pessoas que por lá circulam sofrerão queimaduras de segundo grau em cerca de 60 segundos. A área amarela [com 490 metros de raio] indica que as pessoas passarão a sentir dores em 60 segundos. Conforme se pode observar, o acidente neste caso possui proporções tão gigantescas que qualquer rota escolhida estaria comprometida.

Para os Vasos de Pressão, foram gerados cenários de uma Explosão de Nuvem de Vapor. Vê-se, pela Figura 03, a seguir, que o limite da nuvem chega a quase 200 metros em sua maior dimensão, alcançando todos os prédios da planta, com exceção do Setor Administrativo 2. Em toda a área amarela ocorrem danos às pessoas e ao ambiente físico. Vidros seriam facilmente despedaçados.

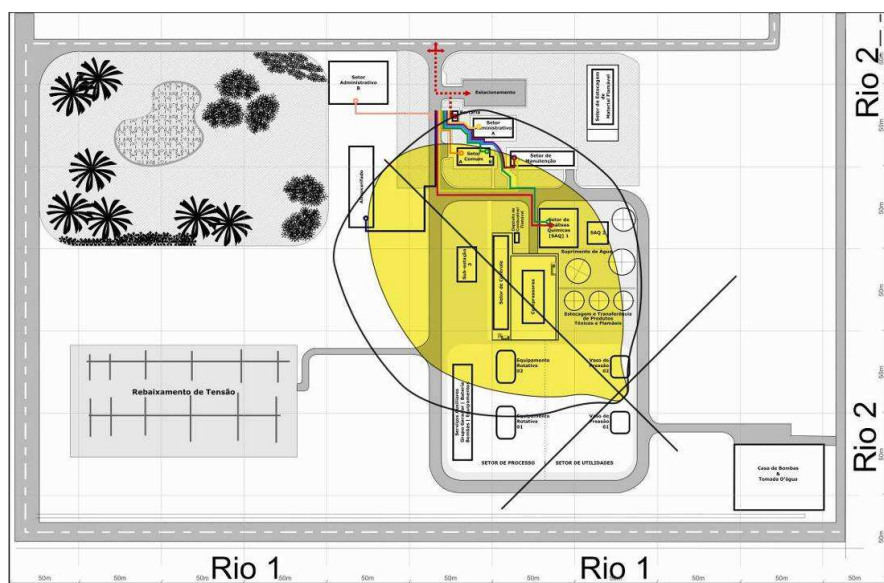


Figura 03: Explosões de Nuvem de Vapor do cenário de vazamento nas tubulações de alimentação dos Vasos de Pressão. Sobreposição sobre as rotas traçadas.

### 6.3. Considerações sobre o Experimento

A metodologia proposta permitiu constatar, através das análises, que diversas medidas [tanto preventivas quanto corretivas] precisam ser tomadas imediatamente. A sobreposição dos gráficos às rotas citadas pelos entrevistados indica claramente a gravidade de possíveis acidentes.

Observou-se que embora a empresa proponha um comportamento padrão para situações de evacuação de área, a cada situação sugerida aos usuários, novas respostas foram apresentadas. Em alguns casos, inclusive, fugindo às recomendações da equipe de segurança. Logo, as pessoas ainda não demonstram ter fixado um modelo mental das ações que precisam realizar em circunstâncias de emergência.

As intenções de comportamento variaram não só de pessoa para pessoa, mas também nas descrições de uma mesma pessoa, quando perguntada a respeito de diferentes situações. O problema percebido com as variações nos depoimentos, entretanto, não se refere ao fato de uma mesma pessoa gerar alternativas diferentes para situações distintas. Isto é, inclusive, um reflexo positivo do emprego do processo cognitivo. O problema, de fato, é a incoerência das declarações proferidas por diferentes indivíduos em relação a uma mesma situação de risco.

Acredita-se que um dos motivos principais para que ocorra este tipo de situação é que as pessoas não passam por reciclagens com frequência. Além disso, a simulação prática de como proceder não é habitual.

Houve situações em que a rota citada era em sentido ao local de ocorrência do acidente, apenas para cumprir a determinação de contornar a planta, indicando uma rigidez na configuração mental durante a resolução de um problema. A estas incoerências pode estar relacionada a percepção dos riscos como menores do que de fato são. Houve entrevistados que não souberam determinar com exatidão sequer um ponto de risco da planta. A falta de conhecimento dos usuários quanto às características deste sistema poderá conduzi-los ao erro, principalmente quando se trata de situações de emergência, onde o tempo é limitado e as circunstâncias inesperadas.

Através do cruzamento de dados, ficou claro que o caso da indústria estudada vai além da mera adequação da sinalização e promoção de treinamentos. Mais que isso, são verificados problemas relacionados ao próprio layout e arranjo físico da planta.

Diante do exposto, cabe-se afirmar que o estudo aponta para:

- Padronização das instruções de segurança relativas à evacuação de área e rotas de fuga;
- Adequações do treinamento;
- Execução de Simulações;
- Avaliações e Reciclagens periódicas;
- Divulgação do conhecimento quanto aos riscos existentes na empresa e as dimensões de um possível acidente;
- Concepção de rotas de fuga alternativas [p. ex. pelo rio, através de embarcações];
- Revisão de layout | arranjo físico;
- Adequação da sinalização às características do novo projeto.

Ressalte-se aqui que o usuário, como peça chave do sistema, precisa estar seguro em quaisquer circunstâncias que exijam sua participação.

## **7. Conclusões e Considerações Finais**

O objetivo deste último capítulo não é encerrar as discussões sobre o sistema de informação industrial, mas levantar dados que sirvam de incentivo para pesquisas posteriores. Pretende-se, sobretudo, tornar evidente a importância da participação do designer nas diversas fases do projeto.

A princípio, pretendia-se alcançar, com esta pesquisa, subsídios para a geração de diretrizes necessárias ao desenvolvimento de um sistema de sinalização industrial. Durante as primeiras análises, entretanto, percebeu-se que seria necessário compreender com maiores detalhes a problemática do sistema, identificando os requisitos a serem contemplados. Embora não se tenha chegado ao nível de intervenções projetuais, diversos ganhos foram obtidos com a pesquisa.

Gerou-se uma ferramenta para o gerenciamento de riscos, baseando-se no conceito de que a “intenção do cumprimento” de uma ação é o melhor indício sobre se um indivíduo irá cumprir com as instruções [KALSHER & WILLIAMS, 2006; WOGALTER, 2006]. Através da aplicação do questionário-padrão proposto, tornou-se possível conhecer o modelo mental dos usuários do sistema.

As limitações desta ferramenta são conhecidas, principalmente no que concerne ao seu alto nível de subjetividade, o que a torna sujeita às inferências do mapa mental de cada indivíduo analisado. Pode-se questionar seu valor, por exemplo, em relação a simulações em que os indivíduos são submetidos a condições de estresse. Todavia, já que as pessoas não

podem ser submetidas a condições reais de risco, este tipo de simulação poderia apenas se aproximar do real. Afinal, limitar o tempo para execução de uma atividade [como a evacuação do posto de trabalho, por exemplo] não pode ser comparado à situação real de um incêndio.

Apesar das conhecidas limitações, entende-se que a ferramenta utilizada nesta pesquisa possui vantagens que tornam pertinente sua aplicação. Além dos fatores já citados com base em Wogalter [2006], há também o benefício do baixo investimento financeiro, bem como do menor tempo e esforço investidos pelos participantes.

Os dados aqui fornecidos podem servir de suporte e referência para outras pesquisas de design voltadas ao projeto de sinalização industrial. Sugere-se o desenvolvimento de projetos com base nos dados obtidos em novos estudos de caso, através da utilização da ferramenta apresentada.

Apesar das incertezas já citadas, o gerenciamento dos riscos permite:

- Identificar falhas de percepção dos usuários;
- Identificar e prever possíveis ações negativas antes que tomem maiores proporções;
- Identificar o que pode dar errado e como pode dar errado, conforme propõe Duarte [em fase de elaboração], prevenindo a ocorrência de erros humanos nas interações com o sistema;
- Direcionar os treinamentos de modo a tratar preventivamente os erros;
- Avaliar a eficácia dos treinamentos já ministrados;
- Traçar estratégias de atuação condizentes com o público alvo;
- Valorizar os modelos mentais dos indivíduos, evitando a sobrecarga cognitiva, conforme citado por Martins & Moraes [2002];
- Gerar requisitos projetuais a serem utilizados preliminarmente pelo designer no sistema de informação, com base no que pensam os usuários.

Os procedimentos metodológicos adotados na análise das intenções de comportamento desta pesquisa poderão ser aplicados em outras investigações, ou ainda em futuros projetos na esfera da segurança do trabalho, em busca da prevenção de acidentes. Ressalta-se, ainda, a importância da integração do designer a profissionais de outras áreas de conhecimento.

Conforme observado neste estudo, foi possível agregar valor tanto à pesquisa do design quanto às análises de domínio da engenharia, por meio da conexão estabelecida entre os dois eixos de atuação. A análise das intenções de comportamento ganhou relevância quando se conheceram as consequências do não cumprimento de determinadas ações. De igual modo, a vulnerabilidade do sistema tornou-se ainda mais significativa quando se identificaram as possíveis perdas.

Enxerga-se, nesta pesquisa uma ferramenta significativa nas ações voltadas à prevenção de acidentes, sabendo-se que a consideração das habilidades e limitações dos indivíduos durante o projeto de sistemas evidencia o caráter coletivo dessas ações, denotando, acima de tudo, o respeito e a valorização da integridade física e psíquica do ser humano.

## **Referências Bibliográficas**

ALOHA: AREAL LOCATIONS OF HAZARDOUS ATMOSPHERES. **Computer-Aided Management of Emergency Operations**. Manual do Usuário. Washington, 2006.

DUARTE, D. **Gerenciamento dos Riscos de Incêndio**. Recife. Trabalho não publicado.

DUL, Jan; WEERDMEEESTER, Bernard. **Ergonomia Prática**. Tradução: Itiro Iida. 2.ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 2004.

KALSHER, M.J.; WILLIAMS, K. J. Behavioral Compliance: Theory, Methodology, and Results. In: **Handbook of Warnings**. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 2006.

MARTINS, L.; MORAES, A. Ergonomia Informacional: algumas considerações sobre o sistema humano-mensagem visual. In: Almeida, A.T. de & Ramos, F. de S. **Gestão da Informação**. Recife: Ed. Universitária, 2002.

MATLIN, M.W. **Psicologia Cognitiva**. Tradução de Stella Machado. 5. ed. LTC, 2004.

MORAES, Anamaria de.[Org.] **Avisos, Advertências e Projeto de Sinalização: Ergodesign Informacional**. Rio de Janeiro: UsEr, 2002.

NORMAS REGULAMENTADORAS. **Proteção Contra Incêndios**. NR-23. Ministério do Trabalho, 2005

RAMOS, Débora T. F. **Extintores de Incêndio: Uma Análise Ergonômica das Sequências Pictóricas de Procedimento com Enfoque na Cognição**. Monografia de conclusão do curso. UFPE, Recife, 2005.

WOGALTER, M. C. **Communication- Human Information Proceeding (C-HIP ) Model**. In: Handbook of Warnings. Nova Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 2006.

WOGALTER, M. S., KALSHER, M. J. & RASHID, R. **Effects of Signal Word and Source Attribution on Judgments of Warning Credibility and Compliance Likelihood**. International Journal of Industrial Ergonomics, 24, pág.185-192. 1999.

WOGALTER, M. S.; USHER M. **Effects of Concurrent Cognitive Task Loading on Warning Compliance Behavior**. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society, 43, pág.106-110. 1999.