

Fatores de influência no projeto de produto para segurança

Resumo

No processo projeto há que considerar os diferentes atributos do produto para todas as fases do ciclo de vida. Dependendo do produto ou do sistema onde está operando, alguns desses atributos devem ser destacados. A popularização no uso de sistemas técnicos, cada vez mais complexos, tem proporcionado um considerável número de acidentes humanos e ambientais. Essa constatação é tratada neste trabalho como sendo uma decorrência do atributo da segurança, devido a ineficiência no trato do mesmo durante a fase de projeto. Diante desta problemática, desenvolveu-se estudos relativos aos fatores de influência e sua consideração durante o projeto para a segurança do produto. Aborda-se as teorias mono e multi causais de acidentes, as teorias de perigo e de confiabilidade na relação homem-máquina. Finalmente, o artigo apresenta diretrizes para serem usadas em metodologia de projeto para a segurança, com uma aplicação feita em máquinas agrícolas.

Palavras chave: Projeto de produto, projeto para segurança, fatores de influência.

1. Introdução

A visão atual para o desenvolvimento do produto considera que o atributo de segurança faz parte de um escopo maior, normalmente, denominado de fatores humanos no projeto. Esses fatores humanos são influenciados por intensas interfaces estabelecidas entre as pessoas, meio ambiente e os próprios sistemas técnicos, tanto na forma de hardware quanto de software. A percepção dessas interfaces por parte dos projetistas se torna, em alguns casos, muito difícil. A complexidade aumenta ao considerar todos os fatores que se apresentarão ao longo do ciclo de vida. Pode-se dizer que os conflitos não resolvidos durante o processo de projeto, ou a não sistematização para solucionar, dirimir ou mitigar esses conflitos, potencializam a ocorrência de incidentes e, por vezes, acidentes ao longo do uso. Tudo isso constitui uma fonte de perda, por vezes muito custosa, tanto para as pessoas envolvidas quanto para a sociedade.

Há várias possibilidades de análise desse problema, também denominadas de formas de abordagem. Neste trabalho procurou-se focar a análise nas causas dos incidentes e acidentes, visando identificar os elementos que poderão estar relacionados à ocorrência dos mesmos. Através da identificação de alguns destes elementos, buscou-se compreender como isto se relaciona e contribui para que acidentes e incidentes ocorram. Ao mesmo tempo foi criada uma sistemática para ajudar o projetista a identificar os principais modos de falha existente nos princípios de solução.

O objetivando de apontar caminhos para a prospecção de requisitos de usuário e de projeto, apresenta-se as teorias mono e multi causais. Elas ajudaram nos estudos de confiabilidade humana, de interação homem-máquina, de erro humano, de aspectos de ergonomia e, finalmente, no projeto para a segurança na análise das várias dimensões do ciclo de vida do produto.

2. Caracterização do Ciclo de Vida de Segurança (CVS)

O ciclo de vida de segurança do produto (CVS) é uma metáfora, definida neste trabalho, para caracterizar a vida do sistema técnico sem a ocorrência de incidente ou acidente, quer seja do próprio sistema técnico ou na sua inter-relação entre ele, homem e ambiente. A figura 1

representa esta configuração indicando que a condição insegura tem origem ou tem a causa nos objetos ou sistemas técnicos, humanos e ambiente ou na interrelação entre eles. O incidente ou acidente é deflagrado pela combinação entre condição insegura, falha nos sistemas de proteção (barreiras) e atuação do evento deflagrador. O evento detonador ou deflagrador é um evento direto ou oculto, também com origem no sistema técnico, ambiente ou humano que potencializa as condições inseguras para o incidente/acidente. Todo incidente ou acidente geram consequências não desejáveis que podem ser mitigadas se barreiras existirem com este fim específico.

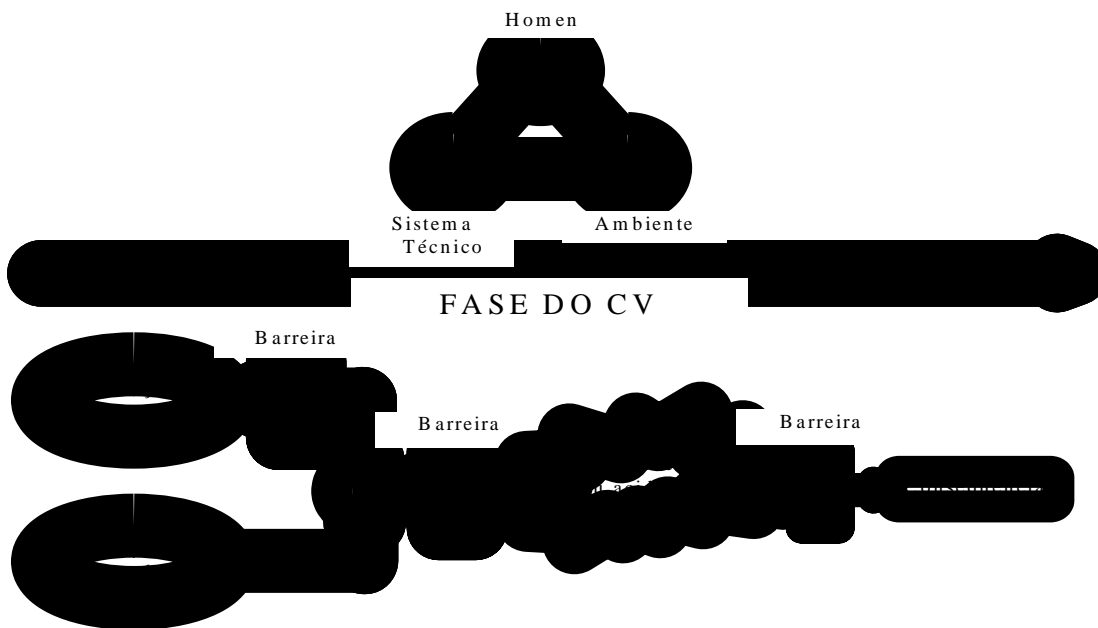


Figura 1 Relação condições inseguras e incidente/acidente no ciclo de vida (CV) do produto

Evidentemente, a tríade: homem, sistema técnico e ambiente, interfere sobre as condições inseguras e sobre os eventos detonadores e tomam forma ou importância distinta dependendo da fase do ciclo de vida do produto que se deseja analisar. Por exemplo, na fase de projeto uma condição insegura pode ser a falta de informação ou desconhecimento de método de projeto, já para o uso pode ser componentes sub-dimensionados e no descarte significa contaminação do ambiente. Evento detonador no projeto pode ser método inadequado e no uso pode ser sobrecarga. A mesma análise pode ser feita para as barreiras. Em outras palavras, ao considerar o ciclo de vida, deve-se analisar cada elemento da figura 1, no planejamento, no projeto, na fabricação, no uso e no descarte (OLGIARI, 2004). Diante dessas premissas, entende-se que um sistema técnico necessita ser projetado para ter uma confiabilidade para a segurança maior do que a confiabilidade para a função. O projeto para segurança está centrado, em termos conceituais, em gerar barreiras que tornam o sistema robusto as falhas funcionais, falhas humanas e interferências ambientais. Já a falha funcional interfere na confiabilidade do sistema, mas não deve diminuir a confiabilidade para a segurança.

Detalhando um pouco mais a discussão, sabe-se que no projeto de produtos não reparáveis, a confiabilidade é definida em função do tempo médio até a falha (MTTF). Teoricamente, o ciclo de vida do produto vai até o descarte, mas a função do produto termina com a falha. Após a falha o produto é descartado, contudo a segurança ainda deve se manter em relação ao meio. No caso de produto reparável, a análise é um pouco mais complexa. O produto pode apresentar diversas falhas ao longo do ciclo de vida e a confiabilidade funcional é definida em função do tempo médio entre falhas (MTBF). Contudo, não é admitido um tempo médio entre incidentes ou acidentes. Desse modo, a segurança deve permanecer inalterada ao longo do

ciclo de vida, incluindo o descarte. Então, muito deve ser pensado no planejamento e no projeto para gerar proteção a todas as ações que vão ocorrer nas fases de fabricação, operação, manutenção e descarte.

Do ponto de vista ético os incidentes/acidentes são inaceitáveis. Contudo, todo e qualquer sistema técnico é portador de perigo. Na sua interação com o homem e o ambiente e, quando combinado com o evento deflagrador, como já exposto na figura 1, pode gerar, ao longo do ciclo de vida, o incidente/acidente. Então, na prática, para melhor definir políticas preventivas para as fases de fabricação, uso ou desativação, caracteriza-se os perigos, incidentes, acidentes em escalas, como a que está apresentada no Quadro 1. Assim fica mais fácil de definir políticas de controle dos perigos. Ou seja, conhecimento mais aprofundado dos caminhos possíveis de ocorrência e probabilidades pode melhor ajudar a sistematizar barreiras e salvaguardas que evitem ou, pelo menos, mitiguem as consequências do acidente.

Probabilidade de ocorrência	Categorias de perigo				
	I Falha Catastrófica	II Falha perigosa	III Falha Maior	IV Falha Menor	V Não afeta a segurança
A – Frequente	XXX	XXX	XXX	XXXXXXX	XXX
B – Provável	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
C – Ocasional	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
D - Remota	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
E - Improvável	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
XXX	Inaceitável				
XXX	Inacietável (Requerido decisão gerencial)				
XXX	Acietável (Com revisão por parte da gerência)				
XXX	Aceitável (sem revisão)				

Fonte: (Adaptado Mosleh,, Dias, 2004)

Quadro 1 Sistematização para análise qualitativa da segurança baseada na ocorrência e categorias de perigo

A preocupação com o projeto para segurança do produto é normalmente apresentada sob duas diretrizes. A primeira visa contribuir com os analistas de acidentes, no sentido de produzir conhecimento para fundamentar processos de mudanças para a capacitação e restrições de uso do produto, no que se refere a segurança. Há freqüente preocupação na análise de acidentes que em grande parte dos casos, está centrada em encontrar um culpado (REASON, 1997). Nestes casos, uma vez encontrado o culpado encerra-se o processo. Logo, esta ação não contribui para o conhecimento do processo de projeto. A segunda diretriz visa motivar a pesquisa para o desenvolvimento de sistemas técnicos seguros, quer para um produto específico, quer para um sistema complexo. A incorporação desses conceitos ao processo de projeto pode ser mais eficiente se conhecimentos relacionando o conjunto homem/máquina, homem/ambiente, máquina/ambiente forem devidamente estudados e organizados para a capacitação e uso por parte dos agentes de desenvolvimento de produto. O estudo centrado nas teorias de erro parece ser fundamental para produzir o conhecimento requerido para compreender as ações de projetistas, operadores e manutentores.

3. Teorias de erro e uso no processo de projeto

A discussão em torno das teorias de erro apresenta diversos modelos e definições. O erro é um elemento importante no tratamento do incidente/acidente, e muitas vezes está relacionado com o imponderável. Já as denominações de acidente variam de acordo com a circunstância de análise. Pode passar a idéia de acaso ou imprevisto (CARPES JÚNIOR, 2001), de

"casualidade" ou "fatalidade", pode simplesmente caracterizar um determinado "risco profissional" e em algumas circunstâncias, ser tratado por "perigo" (ALONÇO, 2004). Lima (1985) que afirma existir uma visão fatalista sobre acidentes de trabalho, considera que análise é estéril em si mesma, pois ignora a gênese do acidente de trabalho, negando qualquer formulação científica e concreta sobre ele. Assim dentro deste contexto e visando relacionar a problemática do acidente de trabalho no uso dos sistemas técnicos como um problema de projeto, procurou-se estudar algumas teorias que pudessem indicar formulações científicas para antepor-se ao contexto colocado por Lima. Duas vertentes de análise foram consideradas: teorias mono causais e teorias multi causais.

As teorias mono causais procuram identificar uma causa única e fundamental para a ocorrência do acidente, a qual está presente no indivíduo ou no meio que o cerca. Existem três abordagens tradicionais para estas teorias: culpabilidade, predisposição ao acidente e acidentabilidade (LIMA, 1985). Embora bastante contestada pelo seu aspecto reducionista, vale a pena analisá-la.

Na abordagem da culpabilidade, os acidentes são explicados como resultado de uma falta (culpa, negligência, imprudência ou imperícia) dos indivíduos (trabalhador, empregador ou fabricante do equipamento) na execução de suas funções (BRASIL, 1994). Alguns pesquisadores, segundo Carpes Júnior (2001), advogam a existência de características próprias de alguns indivíduos (susceptibilidade individual aos acidentes) que caracteriza os poli acidentados. A abordagem da predisposição a acidentes é refutável por sua inconsistência metodológica. A abordagem da acidentabilidade procura indicar a tendência individual a sofrer acidentes. Esta abordagem, conforme Carpes Júnior (2001), se deu sob a influência da administração científica, mais especificamente, sob influência conjunta do taylorismo e do behaviorismo. No taylorismo, o projeto do trabalho é realizado sobre características humanas, determinadas a partir dos estudos de tempos e movimentos, sem considerar o executor efetivo da tarefa. O behaviorismo considera que o indivíduo possui uma estrutura comportamental determinável e controlável por fatores externos. A teoria mono causal não é mais aceita, procurando mostrar que os acidentes têm origem em muitas causas.

Baseado na teoria mono causal, pode-se elaborar questões para averiguar o uso incorreto do produto e os potenciais problemas desse uso incorreto, na fase de levantamento de necessidades, baseado por questionário estruturado ou por simulação de uso do produto pelo usuário (quadro 2). Com isso, busca-se identificar necessidades, requisitos ou mesmo funções voltadas a segurança, a exemplo do que está mostrado no quadro 2. As saídas do quadro 2, como está indicado na figura 1, auxilia na obtenção de típicas necessidades de projeto, as quais deverão de analisadas para a construção de barreiras e salvaguardas para proteger os usuários dos produtos contras as ações inseguras. Assim, procura-se evitar que as soluções técnicas sejam inapropriadas para a fabricação, uso e desativação.

Tipo	Característica	Questões genéricas	Típicas necessidades
Culpabilidade	Negligência Imprudência	No uso do produto X, o que aconteceria se o usuário negligenciasse o aviso Z?	Ao responder as perguntas da coluna anterior ter-se-iam levantadas algumas necessidade de projeto para segurança
Predisposição	.....	.....	.....
Acidentabilidade	.....	.....	.....

Fonte: (Alonço, 2004)

Quadro 2 Questões baseadas na teoria mono causal para auxiliar no levantamento de necessidades de projeto

As teorias multi causais consolidaram-se na década de 60, face à inconsistência na explicação dos acidentes das teorias mono causais. As teorias multi causais, de forma geral, apresentam a coexistência de várias causas na ocorrência de acidentes, que podem ser "diretas", "indiretas" ou "ocultas". As causas formam uma cadeia de eventos que culmina na ocorrência do acidente. A análise dos fatores técnicos e humanos sintetiza algumas concepções para análise do acidente (CARPES JÚNIOR, 2001). As causas que contribuem para ocorrência de falhas podem ter influências hereditárias, do meio familiar e social, etc. Porém, devido à impossibilidade de modificar os "traços negativos" da personalidade de todos os trabalhadores para eliminar os atos inseguros, esta concepção tem uma baixa eficiência (LIMA, 1985).

Face ao interesse de encontrar um responsável pelo acidente, via de regra, dá-se maior importância aos atos inseguros do que às condições inseguras. Isso porque, culpar as condições inseguras, significa ter de realizar ações efetivas de correção do ambiente de trabalho e do equipamento. As medidas de prevenção para atos inseguros são a "educação" do trabalhador e a utilização de equipamentos de proteção individual, quase sempre incômodos e pouco eficazes na prevenção do acidente (LIMA, 1985).

Outra teoria multi causal citada por Carpes Júnior (2001) é a tríade ecológica. Nesta, o acidente ou a doença profissional é resultante de um processo que envolve fatores presentes no homem, no agente e no meio. O equilíbrio entre esses fatores é rompido quando um acidente acontece. Então, a prevenção de acidentes é efetivada, atuando sobre um destes fatores, para interromper ou impedir as interações que possam provocar o rompimento do equilíbrio ou os acidentes.

A teoria dos portadores de perigos (SELL, 1990) sistematiza o evento acidente. Para isso, classifica os fatores do sistema de trabalho em pessoa e objeto. Tanto pessoas como objetos podem ser portadores de perigos em determinadas circunstâncias. Quando os portadores de perigos são os objetos, diz-se que o perigo é direto, quando são as pessoas, diz-se que o perigo é indireto. Os portadores de perigos detêm a energia danificadora que, na ocorrência de um acidente, pode produzir danos ou lesões. Havendo o contato direto entre os portadores de perigos e a ativação repentina da energia danificadora, ocorre uma colisão entre pessoa e objeto, caracterizando o acidente. Esta energia danificadora é a resultante entre a energia potencial (que de repente é ativada) e a resistência do corpo da pessoa a essa energia. Se esta resultante for positiva, a energia danificadora causa danos corporais (lesões ou mortes). Se a resultante é negativa ou nula, a energia não tem efeito maléfico sobre a pessoa.

Baseando-se na teoria dos portadores de perigos, Sell (1990) formulou o modelo da gênese dos acidentes de trabalho. Segundo este modelo, os acidentes são decorrentes das interações entre os elementos do sistema que podem produzir um resultado indesejado. A prevenção destas interações deve ser utilizada como forma de evitar acidentes. As teorias da tríade ecológica e dos portadores de perigos apontam para determinadas interações como causas de acidentes. Nessas interações estão envolvidos produtos e pessoas. Porém, segundo Carpes Júnior (2001), nem todos os acidentes com produtos envolvem interações com pessoas, como por exemplo, um acidente causado pela fadiga de um componente. Nesses casos, segundo o autor, as pessoas apenas sofrem as consequências do acidente. Existem, também, alguns casos em que atos inseguros das pessoas podem provocar acidentes. Porém, se um ato inseguro pode provocar acidente a partir de um produto, é porque o produto possui características que permitem atos inseguros ou permitem que atos inseguros resultem em acidentes. Então, normalmente, a potencialidade de ocorrência de acidentes está associada aos perigos presentes nos produtos. Então é preciso agir desde o planejamento do produto, mas principalmente no processo de projeto para conceber campos de prevenção na forma de barreiras, defesas ou salvaguardas. A idéia é obter produtos mais robustos a incidentes/acidentes ao longo do ciclo de vida, mesmo diante do evento imponderável.

A teoria multi causal ajuda a identificar problemas típicos da relação homem/máquina que pode afetar a segurança. O quadro 3 exemplifica essa forma de captar soluções visando o aumento da segurança nos sistemas técnicos ao longo CVS. Para cada característica do tipo de relação, típicos problemas e típicas soluções são levantadas e organizadas na forma de banco de dados. Posteriormente, essas informações são usadas para gerar as soluções de projeto para a segurança.

Tipo de relação	Característica	Típicos problemas	Típicas soluções
Homem / Máquina	Fluxo de energia, material e sinal entre homem e máquina	Se o homem recebe energia da máquina, dependendo da energia e sua intensidade pode ocorrer, por exemplo: fadiga, lesões, incômodo, morte?	Para energia X com risco Y: - Soluções de projeto: a, b, c, etc. Para sinal X com risco Z: - Soluções de projeto: 1, 2, 3, etc. Na presença de materiais K: - Soluções de projeto: ã, â, ã, etc.
Homem / Ambiente	Fluxo de energia, material e sinal entre homem e ambiente	.....	.....
Ambiente / Máquina	Fluxo de energia, material e sinal entre ambiente e máquina	.....	.....
Homem/Máquina/ Ambiente	Fluxo de energia, material e sinal entre homem, máquina e ambiente	.....	.....

Fonte: (Adaptado: Alonço, 2004)

Quadro 3 Uso da teoria multi causal no levantamento de soluções típicas para o projeto, exemplificado para máquinas agrícolas

4. Ferramentas de auxílio ao projetista no atributo de segurança

A segurança é um atributo cada vez mais valorizado pela humanidade. Normas, leis, estudos e projetos para garantia da vida, no seu sentido mais amplo, estão presentes nos diversos campos de conhecimento. Segundo Dias (1996), a capacidade de percepção ou sensibilidade ao risco tem levado a humanidade a gerar técnicas e procedimentos cada vez mais apropriados a produtos e serviços, objetivando suprir as expectativas do funcionamento seguro e confiável, durante o ciclo de vida. Nessa perspectiva e na crença de que os projetistas vão considerar mais facilmente o atributo de segurança se dispuserem de ferramentas adequadas para essa consideração, apresentam-se alguns resultados nesse sentido.

O quadro 4 é uma ferramenta para caracterizar o ambiente operacional do produto. Esse conhecimento aproxima o projetista das condições de operação e por isso facilita seu empenho em levantar soluções típicas para a segurança. Associando a aplicação do quadro 4 para uma máquina agrícola é possível identificar os potenciais perigos para cada um das entradas da função global: energia, material e sinal. Por exemplo: para a entrada de energia mecânica, perigos potenciais na forma de lesão, corte, impacto deve ser considerado. Para um melhor detalhamento de uma ferramenta de análise como a do quadro 4, consultas podem ser feitas nas fontes listadas na quarta coluna. Um banco de dados para segurança de máquinas agrícolas (BDASMA), detalhando as recomendações da literatura, de normas e de especialistas foi formulado por Alonço (2004).

Característica	Tipos	Perigos potenciais	Fonte de consulta
Energia	Mecânica	Lesão , corte, impacto, amputação, morte, ...	Iida (1993); Alonço (1999); Carpes Júnior (2001); Hammer (1993); NRR; NR's, etc.
	Elétrica	Choque elétrico, morte, etc.	
	Humana	Fadiga, distração, desmotivação, subestima, ações involuntárias, dúvidas operacionais, perda de noção da atividade; Etc.	
	Outra: hidráulica, pneumática, etc.	.....
Sinal	Sonoro	Incômodo, fadiga, lesões auriculares, etc.	Iida (1993); Fialho (2000); NRR; NR's, etc.
	Luminoso	Confusão mental, lesão ocular, etc.	
	Outro; Formas, cores, sinais.	.....
Material	Semente	Lesão, intoxicação, etc.	Márquez (1999); NRR; NR's, etc.
	Adubo	Lesão, intoxicação, etc.	
	Solo	.....
	Outro	.....

Fonte: (Alonço, 2004)

Quadro 4 – Ferramenta para ajudar a identificar potenciais perigos quando da função global, exemplificado para uma máquina agrícola.

No quadro 5 é relacionada uma descrição da energia com a típicas necessidades a ser atendida para mitigar ou eliminar a ocorrência ou o perigo potencial, como indicado no quadro 4. Evidentemente, se relacionar o quadro 5 com as informações contidas na figura 1 e com o quadro 1, um exercício terá de ser feito para melhor explorar o contexto em nível das condições inseguras, eventos detonador e barreiras. Um desdobramento com todas as considerações dever ser feito para cada fase do ciclo de vida. Um maior detalhamento desta análise será apresentado em outros estudos dos autores.

Característica	Descrição	Ocorrência	Típicas necessidades	Fonte de consulta
Energia	Se o homem recebe energia da máquina, dependendo da energia e sua intensidade, pode ocorrer:	Fadiga	Diminuir intensidade da energia	Iida (1993); Alonço (1999); Carpes Júnior (2001); Hammer (1993); NRR; NR's, etc.
		Incômodo	Isolar o homem desta energia	
		Lesões	.....
		Etc.	.....
Material	Durante a operação pode haver fluxo de material: plantas, sementes, adubo, produtos químicos, solo, etc.	Lesões	Márquez (1999); NRR; NR's, etc.
		Confusão mental	Escolher o material adequado	
		Etc.	.....
Sinal	Informação sonora, luminosa, formas, cores, digital, etc.	Confusão mental	Utilizar sinais padronizados e conhecidos	Iida (1993); Fialho (2000); NRR; NR's, etc.
		Incômodo	.....
		Etc.	.....

Fonte: (Alonço, 2004)

Quadro 5 – Caracterização do ambiente operacional do produto com foco na segurança, considerando o relacionamento homem/máquina .

A combinação dessas e outras ferramentas com os princípios de soluções para o desenvolvimento do produto, organizadas numa matriz morfológica, por exemplo, dará ao projetista uma visão global e imediata dos perigos presentes no produto.

5 Comentários finais

O trabalho apontou para os conceitos fundamentais relacionados com o projeto para a segurança. A definição do ciclo de vida da segurança (CVS) esclarece que o tempo para a ocorrência de incidentes ou acidentes deve ser estimado para ser equivalente ao ciclo de vida do produto, acrescentado do tempo no descarte. Evidentemente, o nível de complexidade do projeto para segurança tende a aumentar devido as exigências da sociedade e da complexidade, multi tecnologias, materiais e dimensões dos sistemas técnicos. A contribuição desse trabalho está em apresentar um conceito de análise fundamentado na figura 1 e um conjunto de ferramentas para contribuir com os agentes de projeto, apresentados nos quadros de 1 a 5. Destas ferramentas pode-se construir banco de dados, a exemplo do BDASMA (Alonço, 2004), relacionando os princípios de solução funcional com os princípios solução para a segurança. Dessa maneira geram-se os chamados campos de proteção contra os perigos inerentes a cada princípio de solução funcional. A experiência adquirida recomenda que os bancos de dados sejam organizados para projetistas de cada setor industrial: máquinas agrícolas, têxteis, elétricas, hidráulicas, petróleo, etc.

Referências

- ALONÇO, A. dos S. Metodologia de projeto para a concepção de máquinas agrícolas seguras. Florianópolis. Universidade Federal de Santa Catarina, 2004. 221 p. Tese de doutorado em Eng. Mecânica.
- ALONÇO, A. dos S. Noções de segurança e operação de tratores. IN: Reis, Â, V. dos; Machado, A.L.T; Tilmann, C.A. da C.; Moraes, M.L.B. Motores, tratores, combustíveis e lubrificantes. Pelotas. Universitária/UFPEL, 1999. Cap 4. p 221-230.
- BRASIL. Decreto n. 1255, de 29 de setembro de 1994. Promulga a Convenção n. 119 da Organização Internacional do Trabalho sobre Proteção das Máquinas, concluída em Genebra, em 25 de junho de 1963. Lex – Coletânea de legislação e Jurisprudência: legislação federal e marginalia, São Paulo, v. 58, p. 1271 – 1277, jul./set. 1994.
- CARPES JÚNIOR, W. P. Análise da segurança humana para desenvolvimento de produtos mais seguros. Florianópolis. Universidade Federal de Santa Catarina, 2001. 251 p. Tese de Doutorado em Eng. de Produção.
- DIAS, A. Metodologia para Análise da Confiabilidade em Freios Pneumáticos Automotivos. Campinas. UNICAMP, 1996. 199 p. Tese de Doutorado em Eng. Mecânica.
- FIALHO, F.A.P. Uma Introdução à Engenharia do Conhecimento. Caderno Didático. Florianópolis: UFSC/PPGEP, s.ed., n.p., 2000.
- HAMMER, W. Product safety management and engineering . United States of America. Libray of Congress. 1993. 311p.
- IIDA, I. Ergonomia: Projeto e produção. 2 ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher LTDA. 1993. 465 p.
- LIMA, F. de P. A. Contribuição à análise da insegurança no trabalho e ao projeto de máquinas mais seguras. Florianópolis. Universidade Federal de Santa Catarina, 1985. 181 p. Dissertação de mestrado em Eng. Mecânica.
- MÁRQUEZ, L. Ergonomia e Segurança no Projeto de Máquinas Agrícolas. Caderno Didático. NEMA, DER, CCR, UFSM. 1999. v. 1. 256 p.
- MOSLEH, A; DIAS, A. Towards an Integrated Methodology for Identification, Classification, and Assessment of Aviation Systems Hazards. New Jersey: Federal Aviation Administration (FAA), Center for Technology Risk Studies, University of Maryland, 2004.
- NORMA REGULAMENTADORA N 12. (NR 12). Máquinas e equipamentos. Ministério do trabalho e emprego. Disponível <http://www.sobes.gov.br/nrs.html>. Acesso em 20/Ago/2002.
- OGLIARI, A. Análise de risco no projeto do produto. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. Notas de aula. 2004.
- REASON, J. Managing the Risks of Organizational Accidents. Asgate, Burlington, USA. 1997.
- SELL, I. A contribuição da ergonomia na segurança do trabalho. Ministério do Trabalho e Previdência Social. Fundacentro: Rev. Bras. De Saúde Ocupacional. v. 18, n. 70, 1990. p. 44-49.