

PROPOSTA DE MODELO DE GESTÃO SISTÊMICA UNIFICANDO A ANÁLISE DA CONFIABILIDADE HUMANA E TEORIA GERAL DE SISTEMAS¹

Márcia Helena Z. Denegri Lima²
José Luiz Fernandes³

Resumo

É pré-requisito à qualidade de produtos e serviços a confiabilidade das interfaces homem-sistema. A análise da confiabilidade humana (ACH) estuda a execução das ações humanas nos sistemas, limitações e fatores que influenciam seu desempenho, visão aderente à proposta pela Teoria Geral de Sistemas (TGS) em detrimento à visão particionada do conhecimento. O objetivo deste artigo é provar a necessidade de um modelo de gestão sistêmica unificando ACH e TGS.

Palavras-chave: Teoria geral de sistemas; Confiabilidade humana; Visão sistêmica; Organizações.

PROPOSAL FOR MODEL OF SISTEMIC MANAGEMENT UNIFYING HUMSN RELIABILITY ANALYSIS AND GENERAL THEORY OF SYSTEMS

Abstract

It is pre-requisite to quality of products and services to the reliability of human-system interfaces. The analysis of human reliability (ACH) examines the implementation of human actions on systems, limitations and factors that influence their performance, adhering to the vision proposed by the General Theory of Systems (TGS) in detriment to the vision of partitioned knowledge. This paper proves the need for a unified system management model ACH and TGS.

Key words: General theory of systems; Human reliability; Sistemic view; Organizations.

¹ *Contribuição técnica ao 64º Congresso Anual da ABM, 13 a 17 de julho de 2009, Belo Horizonte, MG, Brasil.*

² *Mestranda em Tecnologia, CEFET-RJ.*

³ *Ph.D., CEFET-RJ.*

1 INTRODUÇÃO

Segundo Carvalho, Oliveira, Santos e Vidal⁽¹⁾ os grandes acidentes ocorridos em organizações que lidam com tecnologias de risco nas últimas décadas do século colocaram em primeiro plano toda uma série de fatores humanos, sociais e organizacionais.

Konstandinidou et al.⁽²⁾ enfatizam que muitos métodos foram desenvolvidos para quantificar a performance humana e calcular a probabilidade de erro humano.

Oliveira⁽³⁾ nos mostra que o desenvolvimento da qualidade dos produtos e serviços tem se mostrado, na atualidade, como fundamental para que as empresas assumam vantagens competitivas no mercado. Sendo assim, a preferência dos clientes será voltada para produtos e empresas que optaram por adequar-se aos novos paradigmas de administração de seus negócios. Deste novo modelo podem-se destacar aspectos como: foco ao atendimento às necessidades dos clientes, foco nos processos, abordagem sistêmica, trabalho em equipe, monitoramento constante do desempenho dos processos.

Não existe qualidade sem um monitoramento adequado dos parâmetros de produção do produto ou serviço. Este monitoramento aplica-se tanto aos equipamentos, processos, insumos, utilidades com também às pessoas.

A análise da confiabilidade humana estuda a execução das ações humanas em um determinado sistema, considerando os fatores que influenciam no seu desempenho, os quais comumente evidenciam a incompatibilidade entre as limitações humanas e as condições impostas para o trabalho. Dentre estes fatores pode-se destacar: restrições de tempo para executar uma atividade, carga de trabalho excessiva, treinamento e condições ergonômicas inadequados, procedimentos mal elaborados e complexidade da tarefa.⁽⁴⁾

Adicionalmente, de acordo com Filgueiras,⁽⁵⁾ é esperado:

que a pessoa aja com assertividade e autocontrole, que gerencie todos os recursos adequadamente, que mantenha sob controle a energia do processo, que seja criativa e heróica, quando as condições estiverem fora das especificadas e as tarefas não tiverem sido previstas.

Marra⁽⁶⁾ escreve que fatores antagônicos como o aumento da competição desencadeada pela globalização da economia que forçam a implantação de novas estratégias, reforçam a importância da gestão dos recursos humanos no atual cenário de mudanças.

Discutir hoje a confiabilidade humana significa entender como o homem participa como peça integrante do avanço tecnológico. Kim e Bishu⁽⁷⁾ escrevem que os erros humanos tem sido modelados com base em conceitos probabilísticos, que em geral não levam em conta os aspectos cognitivos do comportamento humano. Há que se contextualizar o trabalho humano em uma abordagem que considere que: não há separação entre o homem e o sistema e que existe uma aprendizagem que é construída ao longo do trabalho. É por intermédio da cooperação humana que se torna possível o controle, ajustes e gestão dos sistemas e processos.

Segundo Lafraia,⁽⁸⁾ “qualidade do produto” engloba todos os desempenhos e características do meio incluindo, sem dúvida nenhuma, aquelas de confiabilidade. Desta forma, ao falarmos de qualidade, implicitamente estaremos incluindo a confiabilidade e não devemos falar de qualidade e confiabilidade como entes separados.

A aplicação da confiabilidade humana apresenta benefícios ao sistema produtivo: é possível aumentar os lucros por meio de menos paradas não programadas, menores custos de manutenção, diminuição do índice de acidentes, fornece soluções às necessidades atuais das indústrias e atua nas causas básicas dos problemas e não nos sintomas.

Para Lafraia⁽⁸⁾ até 90% de todas as falhas de equipamentos podem ser atribuídas de uma forma ou de outra ao erro humano e segundo Bergosso⁽⁹⁾ pode-se observar uma relação alarmante entre o número de falhas e a proporção contribuinte do erro humano. Como conseqüência desta afirmação conclui-se que as falhas humanas têm provocado diminuição na eficiência dos sistemas e as vertentes de pesquisa na área de confiabilidade ainda são em grande parte para máquinas e acessórios.

Lafraia,⁽⁸⁾ confiabilidade humana como a probabilidade de que uma tarefa ou serviço seja feito com sucesso dentro de um tempo reservado.

Cabe uma avaliação sistêmica do erro humano, que ocorre em virtude de uma série de fatores externos interligados.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido inicialmente através da elaboração de um levantamento bibliográfico sobre os aspectos inerentes a confiabilidade humana. Adicionalmente foi aplicado questionário de avaliação de aspectos psicossociais (AICHE)⁽¹⁰⁾ com aspectos de segurança, motivação, relacionamento interpessoal e demanda de trabalho.

O local escolhido para a realização do estudo foi um complexo de produção de medicamentos em grande escala, no Rio de Janeiro. A escolha deu-se em virtude da coexistência de situações em que a confiabilidade humana bem como a visão sistêmica são condições *sinae quae non* para a existência da empresa: exigências regulatórias e sociais quanto a qualidade do produto final, demanda acelerada de produção, reprodutibilidade e rastreabilidade do trabalho.

Os dados obtidos foram organizados e analisados a luz do modelo teórico proposto pela American Institute of Chemical Engineers.⁽¹⁰⁾

3 RESULTADOS

Para o entendimento da teoria geral de sistemas e sua relação intrínseca a análise da confiabilidade humana faze-se necessária uma abordagem histórica preliminar.

Do século XVII (quando a produção era artesanal e os trabalhadores participavam de todo o processo produtivo) - passando pela revolução industrial e a mecanização dos processos, divisão das tarefas de Taylor, produção em massa preconizada pelo fordismo e valorização do ser humano proposta, ainda que timidamente, por Mayo em 1932 – até os tempos atuais a preocupação com o indivíduo evoluiu bastante e uma relação que era marcada no século passado pela exploração da força de trabalho está em expansão para além das paredes da fábrica.

Frederick Taylor, considerado o pai da Administração Científica começou seus estudos partindo do pressuposto de que os trabalhadores da época produziam apenas um terço de suas possibilidades. Por isso, dispôs-se a corrigir esta situação aplicando o método científico a trabalhos no “chão de fábrica”. Procurou criar uma revolução mental entre os trabalhadores e a administração da organização, definindo diretrizes claras para melhorar a eficiência da produção.

De acordo Chiavenato,⁽¹¹⁾ sob a ótica de Taylor, era preciso encontrar trabalhadores capazes de fazer um trabalho que seria analisado, estudar as operações e os movimentos que cada um empregava, eliminar os movimentos falhos, lentos ou desnecessários de modo a realizá-los com mais agilidade e com os melhores instrumentos. Este estudo trouxe otimização de métodos de trabalho e fixação de tempos padrão, eliminou movimentos inúteis e substituiu por outros mais eficazes, tornou mais lógica a seleção e o treinamento de pessoal, melhorou o rendimento da produção, distribuiu uniformemente o trabalho e calculou com maior precisão o custo unitário de cada produto. Taylor constata então a necessidade do estudo científico da administração para o alcance da eficiência na produtividade.

A Administração Científica de Taylor no ambiente de trabalho aumentou a produtividade, enquanto acelerou a substituição de habilidades especializadas por trabalhadores não qualificados. Entretanto algumas idéias de Taylor retratam uma visão estreita do indivíduo, despersonalização do homem no trabalho e a alta especialização da tarefa, que provoca a desumanização do sistema de produção, destrói iniciativas individuais e inibe a criatividade.

Surge então um novo enfoque dentro da Escola Clássica, que sugere uma forma ideal de estrutura organizacional e também classifica as atividades administrativas. Seu precursor foi Henri Fayol que desenvolveu seu trabalho em todos os níveis organizacionais e não apenas no “chão de fábrica”. Fayol provou a aplicabilidade de seus princípios usando-os nas áreas governamentais e em outras áreas da organização. Embora que indiretamente, Fayol prova a necessidade de integração dos níveis hierárquicos numa visão sistêmica convergente.

Atualmente as organizações estão inseridas na lógica de se buscar maior produtividade, qualidade e competitividade o que gera novas perspectivas de se lidar com o patrimônio humano. Em ambientes de mudanças constantes como o atualmente vivido pelas empresas, faz com que estas necessitem de pessoas dispostas a “ir mais além” do que aquilo que está formalmente escrito, a adotarem comportamentos espontâneos em resposta a situações inesperadas, a fornecer sugestões criativas e inovadoras e a se identificarem com os objetivos e valores da organização.

Apesar da automação da atualidade, os operadores continuam a desempenhar um papel fundamental no controle e operação de sistemas, que nem sempre estão dimensionados e compatíveis com suas habilidades e características. Com o aumento da complexidade dos sistemas estes se tornam mais difíceis de serem utilizados, não só em termos da operação, monitoramento e controle, mas em termos de manutenção e gerenciamento. Por conseguinte, exigem grande variabilidade do desempenho humano e inúmeros ajustes a serem feitos em sua condução.

Estudar a confiabilidade humana leva ao entendimento da participação do homem como peça integrante do avanço tecnológico. Entre a ciência e o produto há que se ter uma base produtiva inovadora, capaz de transformar o conhecimento.

Na busca por este entendimento, para efeito deste trabalho, buscou-se avaliar por meio de um questionário, aspectos psicossociais de um grupo de 25 profissionais expostos a atividades repetitivas, condições turbulentas de trabalho e atividades que

exigem alto grau de concentração. Foram atribuídos valores de 1 a 5, conforme seguinte escala: 1 – discordo totalmente, 2 – discordo parcialmente, 3 – não aplicável, 4 – concordo parcialmente, 5 – concordo totalmente. Os profissionais não foram identificados, o que consideramos que contribuiu para a veracidade das informações abaixo, descritas na tabela 1. A Tabela 1 foi aplicada em 29/01/2009.

Tabela 1. Questionário de Avaliação de Aspectos Psicossociais

Questões	1	2	3	4	5
1- Executo atividades onde a concentração é relevante	2	3		2	18
2- Interrupções na condução de minhas atividades não me fazem perder o foco		1	2	10	12
3- Considero-me preparado profissionalmente e integrado ao ambiente organizacional				10	15
4- A liberdade de ação no desempenho de minhas atribuições está adequada.	2	2	1	8	12
5- Sou treinado nas atividades que executo	2			6	17
6- Sou qualificado para as atividades que executo				2	23
7- Considero que a empresa presta um serviço relevante e de forma adequada a sociedade em geral e o meu trabalho contribui para isto.					25
8- Minha área de atuação interage com outros setores da empresa					25
9- Consigo visualizar meu setor de trabalho no contexto da empresa				2	23
10- Minhas atividades causam impacto nas atividades de outros setores		2		4	19
11- Estou satisfeito com relação ao tipo de trabalho que executo			2	8	15
12- A quantidade de pessoal na divisão de tarefas é suficiente		6	2	13	4
13- As condições físicas de trabalho são adequadas (espaço, móveis, equipamentos de informática, temperatura ambiente, ruído ambiente, limpeza, manutenção adequada e segurança)		8		7	10
14- Existe cordialidade, consideração e apreço entre colegas no trabalho			2	12	11
15- O reconhecimento da competência profissional é comum entre colegas		3	5	9	8
16- O respeito pela opinião das pessoas é uma prática comum			5	8	12
17- O ambiente geral de trabalho é agradável				12	13
18- A empresa disponibiliza materiais, instrumentos e equipamentos suficientes, adequados e necessários aos serviços	4	4	3	6	8
19- A forma de supervisão e controle dos serviços é feita adequadamente	2	2		11	10
20- Considero a jornada de trabalho adequada	6	2		10	7
21- O nível de prevenção de doenças ocupacionais está adequado	2	6	6	6	5
22- A disponibilidade dos EPI necessários está adequada		6	10	6	3

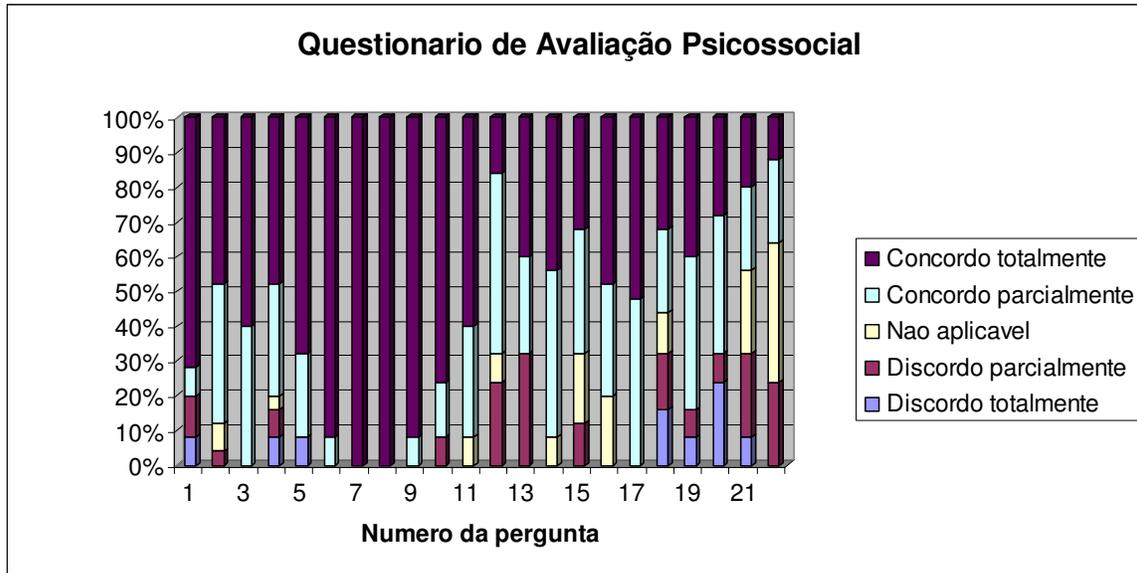


Figura 1. Representação Gráfica do Questionário de Avaliação Psicossocial.

A análise dos dados apresentados na Tabela 1 e Figura 1 será conduzida na próxima seção, entretanto cabe ressaltar que 1/5 das perguntas aplicadas no questionário abordavam o contexto da visão sistêmica, cujos fundamentos advém da Teoria Geral de Sistemas.

A Teoria Geral de Sistemas foi desenvolvida pelo biólogo Ludwig Von Bertalanffy na década de 1940. Por meio da TGS Bertalanffy⁽¹²⁾ faz críticas ao isolacionismo científico e a visão particionada da ciência bem como discute a troca de influência das partes que compõem o todo e ressalta que tudo deve ser observado a partir de suas funções, relações e influências.

Segundo Bertalanffy⁽¹²⁾ um sistema pode ser definido como: “Conjunto de partes integradas, interdependentes, que formam um objeto complexo e único e tem objetivo determinado”.

A Teoria Geral dos Sistemas tem por finalidade identificar as propriedades, princípios e leis característicos dos sistemas em geral, independentemente do tipo de cada um, da natureza de seus elementos componentes e das relações entre eles.

De acordo com Bertalanffy:⁽¹²⁾

existem certos modelos ou sistemas que, independentemente de sua especificidade, são aplicáveis a qualquer área de conhecimento. Tais modelos impulsionariam uma tendência em direção a teorias generalizadas. Assim, como princípios gerais que na verdade, são idéias vinculadas ao desenvolvimento e ao surgimento da automação e da cibernética, Bertalanffy propõe uma nova teoria científica, a Teoria Geral de Sistemas, que tem leis semelhantes às que governam sistemas biológicos.

Nessa formulação teórica, o autor incorpora os conceitos fundamentais dos postulados anteriores do sistema biológico e das matemáticas correlatas.

Um sistema se define como um complexo de elementos em interação de natureza ordenada e não fortuita. A Teoria Geral dos Sistemas é interdisciplinar, isto é, pode ser utilizada para fenômenos investigados nos diversos ramos tradicionais da pesquisa científica. Não se limita aos sistemas materiais, mas aplica-se a todo e qualquer sistema constituído por componentes em interação. Além disso, a Teoria Geral dos Sistemas pode ser desenvolvida em várias linguagens matemáticas, em linguagem escrita ou ainda computadorizada.

No campo das ciências e sistemas sociais, para entendermos a teoria de sistemas e sua difusão, devemos levar em conta duas características obrigatórias: o Funcionalismo - Embora esta palavra apresente várias conotações, fundamentalmente o termo dá ênfase a sistemas de relacionamento e à unificação das partes e dos subsistemas em um todo funcional. O funcionalismo procura ver nos sistemas suas partes componentes, realçando que cada elemento tem uma função a desempenhar no sistema mais amplo. Isto significa que cada elemento de um subsistema tem um papel a desempenhar em um sistema mais amplo e o Holismo - Conceito estreitamente relacionado ao do funcionalismo, é a concepção de que todos os sistemas se compõem de subsistemas e seus elementos estão inter-relacionados. Isto significa que o todo não é uma simples soma das partes, e que o próprio sistema só pode ser explicado como uma globalidade. O holismo representa o oposto do elementarismo, que encara o total como soma das partes individuais.

Assim, o conceito de organização como um sistema complexo de variáveis torna-se cada vez mais importante na sua análise e compreensão.

Uma distinção importante para a teoria da organização é a classificação das organizações em sistemas fechados (que não realiza intercâmbio com o seu meio externo, tendendo necessariamente para um progressivo caos interno, desintegração e morte, com a tendência inerente a movimentação para um equilíbrio estático e a entropia, caminhando para a desordem e conseqüente declínio) e abertos (que troca matéria e energia com o seu meio externo conforme Bertalanffy,⁽¹²⁾ a organização é um sistema aberto, isto é, um sistema mantido em importação e exportação, em construção e destruição de componentes materiais, em contraste com os sistemas fechados de física convencional, sem intercâmbio de matéria com o meio).

Considerando a perspectiva da organização como um sistema aberto, onde a confiabilidade humana se insere nas entrelinhas, este artigo propõe a Figura 2:

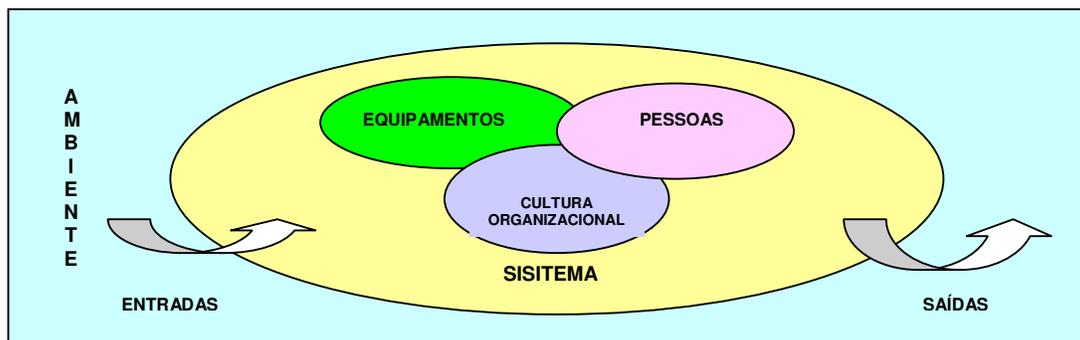


Figura 2. Perspectiva da Organização como um Sistema Aberto.

Na Figura 2 a organização capta do ambiente o necessário para seu funcionamento (entrada) e devolve ao ambiente o produto da interação de suas partes (saída). A cultura organizacional, pessoas e equipamentos interagem de forma a manter a organização funcionando como um organismo vivo.

4 DISCUSSÃO

Os resultados de cada pergunta apresentada no questionário, individualmente, foi calculado por meio do escore e do índice de favorabilidade. O escore representa o percentual da pontuação recebida em relação a pontuação máxima possível. Ou seja:

$$\text{Escore} = \frac{\sum \text{Pontuação encontrada}}{\sum \text{Pontuação máxima possível}} \times 100$$

O índice de favorabilidade foi obtido da seguinte forma:

- Desfavorável: percentual de notas 1 e 2 obtido pela questão;
- Neutro: percentual de notas 3 obtido pela questão;
- Favorável: percentual de notas 4 e 5 obtido pela questão.

A Figura 3 evidencia o percentual de respostas obtido:

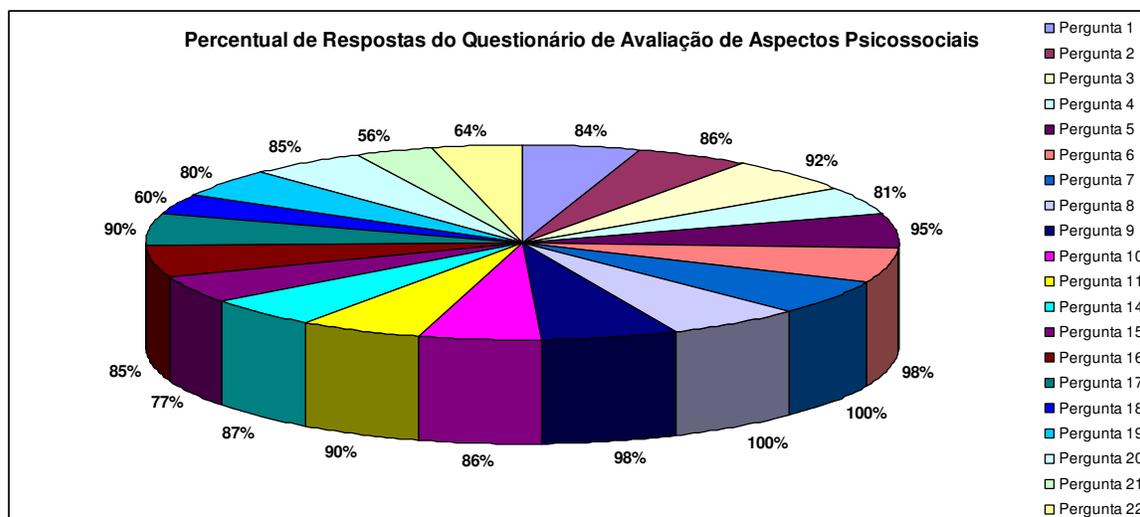


Figura 3. Percentual de Respostas do Questionário de Avaliação de Aspectos Psicossociais.

O *status* da avaliação psicossocial foi avaliado com base no seguinte critério, adaptado de Rizzatti:⁽¹³⁾

- Escore entre 20% a 40%: reflexo altamente negativo;
- Escore entre 40% a 60%: reflexo medianamente negativo;
- Escore entre 60% a 80%: reflexo medianamente positivo; e
- Escore entre 80% a 100%: reflexo altamente positivo.

5 CONCLUSÃO

Com base na análise do questionário pode-se afirmar o importante papel dos princípios Teoria Geral de Sistemas no contexto organizacional, as perguntas com abordagem sistêmica, cujo objetivo mensurar como o fator humano se enxerga na organização, (3, 7, 8, 9 e 10) obtiveram um percentual de reflexo altamente positivo, mas mesmas proporções do conforto físico e relacionamento entre pares.

Segundo Reason⁽¹⁴⁾ os erros humanos decorrem de uma sub-especificação cognitiva e que podem se manifestar de uma variedade de formas. Aponta também quatro grandes elementos na produção de um erro: a natureza da tarefa, as

circunstâncias do ambiente, o mecanismo cognitivo que gerencia o desempenho humano e a natureza do indivíduo.

Os fatores destacados por Reason⁽¹³⁾ foram abordados no questionário tendo uma avaliação medianamente negativa para os requisitos de saúde do trabalhador – questões 21 e 22.

Apesar da automação da atualidade, o fator humano continua a desempenhar um papel fundamental nas organizações, que nem sempre estão dimensionadas e compatíveis com suas habilidades e características.

A análise da confiabilidade atua como ferramenta para promover a detecção, prevenção e correção imediata de fatores que possam acarretar falhas no processo produtivo e como fator de redução da frequência destas e é um conceito intrínseco à qualidade.

A qualidade atribuída ao produto final, excelência de capital humano e visão sistêmica são atributos mundialmente adotados e reconhecidos na busca da excelência organizacional. Nesse contexto, uma estratégia organizacional orientada para altos padrões de confiabilidade humana aliada ao desenvolvimento da visão sistêmica tomando por base os conceitos da Teoria Geral de Sistemas é uma vertente fértil para o desenvolvimento da empresa.

REFERÊNCIAS

- 1 CARVALHO, P; OLIVEIRA, M; SANTOS, I; VIDAL, M . A Modelagem Cognitiva e a Confiabilidade Humana em Organizações que Lidam com Tecnologias de Risco. XXII ENEGEP, 2002.
- 2 KONSTANDINIDOU, M; NIVOLIANITOU, Z; KIRANOUDIS, C; MARKATOS, N. A Fuzzy Modeling Application of CREAM Methodology, for Human Reliability Analysis. Reliability Engineering and System Safety 91 (2006) 706–716.
- 3 OLIVEIRA, S. Ferramentas para o aprimoramento da qualidade. 2ª edição. São Paulo: Editora Pioneira, 1996.
- 4 DROGUETT, E, MENEZES, R. Análise da confiabilidade humana via redes Bayesianas: uma aplicação a manutenção de linhas de produção. Produção, v. 17, n. 1, p. 162-185, jan/abr 2007.
- 5 FILGUEIRAS, L. APIS: Método para análise e projeto de interfaces homem computador visando confiabilidade humana. Tese de Doutorado. São Paulo: USP, 1996.
- 6 MARRA, J. Clima organizacional como instrumento de gestão na superintendência de manutenção da Itaipu binacional. Dissertação de Mestrado. Santa Catarina: UFSC, 2004.
- 7 KIM, B; BISHU, R. Uncertainty of Human Error and Fuzzy Approach to Human Reliability Analysis. International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems (IJUFKS). V. 14, pages 111-129, february/2006.
- 8 LAFRAIA, J, *Manual de confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade* 1ª ed., Rio de Janeiro, Qualitymark, 2001.
- 9 BEGOSSO, L. S. PERERE – Uma ferramenta apoiada por arquiteturas cognitivas para o estudo da confiabilidade humana. Tese de Doutorado. São Paulo: USP, 2005.
- 10 American Institute of Chemical Engineers (AIChE) - Human Factors Methods for Improving Performance in the Process Industries – 2007
- 11 CHIAVENATO, I. Introdução à teoria da administração. 6ª edição. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2003.
- 12 BERTALANFFY, L. V, Teoria Geral dos Sistemas, 2ª edição. Petrópolis, Vozes, 1975.
- 13 RIZZATTI, G. Análise de fatores significativos do clima organizacional da Universidade Federal de Santa Catarina: contribuição para implantação do programa de qualidade. 1995. 194p. Dissertação (Mestrado) - UFSC, Florianópolis.
- 14 REASON, J., Human Error. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.