

impactos em ecossistemas e da maximização da eficiência nos processos operacionais. Este trabalho trata do desenvolvimento de um sistema de caracterização da confiabilidade humana nos processos de transferência e estocagem de uma unidade da Petrobras, a fim de minimizar as possibilidades de falha humana e garantir a segurança operacional.

Para ilustrar o impacto das falhas humanas em acidentes tecnológicos, estima-se que de 60% a 80% das causas destes acidentes estejam relacionadas a: falhas no projeto de equipamentos, aferição de instrumentos de medição, execução ou interpretação de procedimentos orais ou escritos, fatores organizacionais, entre outras (Swain, 1986). Mesmo assim, geralmente as estratégias de gestão priorizam a aplicação de recursos na confiabilidade de equipamentos e otimização de processos por meio da automação em tempo real, para só depois adaptar o homem ao processo. Na realidade, dever-se-ia pesquisar a confiabilidade humana para, na medida do possível, adaptar o equipamento e o meio ambiente às capacidades, limitações e necessidades do homem.

Na indústria petroquímica, os erros humanos têm contribuído direta ou indiretamente para muitos acidentes. O Conselho Americano de Química (ACC), o Instituto Americano de Petróleo (API) e seus membros reconhecem a importância de reduzir os erros humanos para que se possa aumentar a segurança, produtividade e qualidade dos processos de produção. No Brasil, os acidentes na indústria petroquímica causados por falhas humanas têm trazido prejuízos à fauna, flora e seres humanos. Como resultado desses acidentes, a água nas regiões atingidas tem se tornado imprópria para o consumo, gerando prejuízos não somente para o meio ambiente como para a economia local.

O elevado risco existente na indústria de petróleo e o fato de muitos dos procedimentos de trabalho serem realizados em ambientes hostis justificam a necessidade de um trabalho criterioso sobre a confiabilidade humana. A área de confiabilidade humana tem recebido grande destaque em diferentes setores da economia, sobretudo nos de produção de energia nuclear, aviação e petroquímico. Os estudos sobre confiabilidade humana datam da

década de 1950 (Fujita, 1992) e costumam ser divididos em duas gerações (Kim, 2001). Os métodos da primeira geração caracterizam-se por comparar o desempenho humano ao de uma máquina, associando probabilidades de sucesso ou falha às ações dos trabalhadores. Os métodos da segunda geração ampliam a análise da confiabilidade humana aos sistemas cognitivos, considerando níveis de decisão, processos de diagnose, destreza, conhecimento e fatores organizacionais. Dentre os principais métodos de análise da confiabilidade humana podem ser destacados o *technique for human error rate prediction* (Therp) e o *technique for human error analysis* (Atheana), da primeira e segunda gerações, respectivamente.

Os métodos de análise da confiabilidade humana desenvolvidos em ambas as gerações baseiam-se em informações acerca da probabilidade de falha do trabalhador. Tal fato dificulta a criação de um modelo preciso para a previsão das falhas humanas devido à necessidade de grande quantidade de dados para mapear todas as incertezas inerentes ao comportamento humano. Alternativamente, este trabalho trata de um sistema baseado na metodologia *fuzzy* para a análise de confiabilidade humana em atividades de operação, manutenção e inspeção de processos industriais ou de produção, nas quais o erro humano tenha grande impacto na segurança e no meio ambiente. O sistema visa reduzir as possibilidades de erros humanos nessas atividades e assim minimizar os riscos ambientais e aumentar a segurança do trabalho.

A análise da confiabilidade humana (ACH) é feita por meio da avaliação de diversos fatores que influenciam o desempenho humano. A importância desses fatores, denominados fatores de modelagem de desempenho ou *performance shaping factors* (PSFs), varia de acordo com a atividade do trabalhador (Swain e Guttman, 1983). A definição do grau de importância de cada fator é obtida pela consolidação das opiniões de diversos especialistas, o que torna a utilização da teoria *fuzzy* mais adequada.

A teoria de conjuntos *fuzzy* e a lógica *fuzzy* fornecem o ferramental necessário para a construção de modelos aproximados do mundo real (Mendel, 1995; Ross, 2004) e para lidar com variáveis linguísticas. Essa abordagem permite tratar de forma matematicamente sólida medidas