



Production

ISSN: 0103-6513

production@editoracubo.com.br

Associação Brasileira de Engenharia de
Produção
Brasil

Abreu Saurin, Tarcisio; Campos Famá, Camila; Torres Formoso, Carlos
Princípios para o projeto de sistemas de medição de desempenho em segurança e saúde
no trabalho: a perspectiva da engenharia de resiliência
Production, vol. 23, núm. 2, abril-junio, 2013, pp. 387-401
Associação Brasileira de Engenharia de Produção
São Paulo, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=396742052013>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Princípios para o projeto de sistemas de medição de desempenho em segurança e saúde no trabalho: a perspectiva da engenharia de resiliência

Tarcisio Abreu Saurin^{a*}, Camila Campos Famá^b, Carlos Torres Formoso^c

^{a*}saurin@ufrgs.br, UFRGS, Brasil

^bcamilafama@yahoo.com.br, UFRGS, Brasil

^cformoso@ufrgs.br, UFRGS, Brasil

Resumo

Embora a medição de desempenho seja um elemento importante da gestão da segurança e saúde no trabalho (SST), ela costuma ser usada de forma reducionista, enfatizando o papel de dados quantitativos e não sendo orientada por uma explícita filosofia de SST. Este artigo apresenta oito princípios para o projeto de sistemas de medição de desempenho em SST (SMDSSST), os quais possuem, como característica distintiva, o alinhamento com o paradigma da engenharia de resiliência. O uso dos princípios é ilustrado por meio de um estudo de caso, no qual o SMDSSST de uma construtora foi avaliado por meio de técnicas qualitativas de coleta de dados. Com base nesse estudo, foram identificadas oportunidades de melhoria no SMDSSST, que ilustram a utilidade prática dos princípios, bem como foram propostas recomendações para a avaliação do uso dos mesmos em SMDSSST já existentes.

Palavras-chave

Medição de desempenho. Segurança e saúde no trabalho. Engenharia de resiliência. Construção civil.

1. Introdução

Seja qual for a dimensão em foco, a medição de desempenho é um elemento fundamental dos sistemas de gestão. No caso da segurança e saúde no trabalho (SST), os sistemas de medição de desempenho podem trazer os seguintes benefícios: (a) identificar o quão próxima dos limites a organização está operando; (b) antecipar e detectar mudanças com impacto na SST; (c) identificar e monitorar fatores que contribuem para os acidentes (REASON, 1997). Outros benefícios, válidos para qualquer dimensão de desempenho, são o estabelecimento de um referencial para a melhoria contínua e a retroalimentação das atividades de planejamento (SINK; TUTTLE, 1993).

Há um substancial conhecimento acumulado sobre sistemas de medição de desempenho em SST (SMDSSST) e sobre sistemas de medição de desempenho em geral, sendo disponíveis recomendações para o projeto, operação e avaliação dos mesmos (HOPKINS, 2009; HEALTH..., 2006; NEELY et al., 1997; LYNCH; CROSS,

1995). Contudo, os SMDSSST não têm sido identificados como uma das boas práticas que diferenciam as empresas de excelência em SST (ROBSON et al., 2007; HINZE, 2002). É provável que mesmo as empresas líderes não possuam sistemas suficientemente bem estruturados, a ponto de constituírem um diferencial.

A complexidade envolvida no projeto de um SMDSSST, bem como deficiências de implantação, contribui para explicar por que essa ainda não é uma prática com grande impacto na indústria. De fato, um SMDSSST tem conexões com diversas práticas de gestão, sendo difícil controlar todas elas. A relação com os programas de incentivos aos funcionários é uma das mais conhecidas. Caso a concessão dos incentivos seja vinculada aos resultados de indicadores de desempenho, a ênfase pode passar a ser a gestão do indicador, perdendo-se a visão do papel do mesmo na gestão da SST (NEELY et al., 1997). Por exemplo, caso exista um incentivo em função do

número de pessoas treinadas, a quantidade pode ser aumentada por meio da redução da qualidade do treinamento (HOPKINS, 2009). Em relação à conexão com outras práticas, também cabe notar que, frequentemente, a medição de desempenho em SST tem, como pré-requisito, a existência de ações gerenciais que seriam o objeto de medição. De fato, não faz sentido medir o desempenho de ações como treinamento e planejamento em SST, se as mesmas não existem. Por outro lado, é comum que ações como aquelas existam sem que sejam avaliadas.

Além disso, os sistemas de medição de desempenho, em geral, costumam ser usados com uma visão reducionista, limitada à coleta de medidas quantitativas e negligenciado a análise dos dados, bem como pautada pela escolha dos indicadores em função de exigências legais ou facilidade de coleta (COSTA et al., 2006).

Outra crítica frequentemente feita aos sistemas de medição de desempenho diz respeito à inconsistência entre as métricas e a estratégia da empresa (BOURNE et al., 2000). Essa falha significa que os objetos de medição não são os mais importantes sob o ponto de vista das prioridades e valores da empresa, o que, além de tornar as medidas irrelevantes, pode induzir a comportamentos conflitantes com a estratégia. Sob a perspectiva dos SMDSST, as prioridades e valores devem ser definidos com base no paradigma de SST, implícita ou explicitamente adotado. Por paradigma de SST, entende-se a visão dominante na organização, acerca de como os acidentes acontecem, por que acontecem, como e se podem ser evitados (HOLLNAGEL, 2009). Em diversos setores (por exemplo, na construção civil, enfocada neste artigo), o paradigma normalmente implícito assume que os acidentes devem ser evitados por meio da conformidade com a legislação, sendo causados por erros de operadores de linha de frente (DEKKER, 2007).

Um paradigma de SST contribui para que o SMDSST não se limite a medir o desempenho (estamos melhorando ou piorando? Estamos bem ou mal?), mas também contribua para a melhoria contínua (como melhorar? Por que estamos bem ou mal?). Como um exemplo da importância do paradigma, vários estudos indicam que conclusões substancialmente diferentes podem ser obtidas a partir de métodos de investigação de acidentes com diferentes orientações teóricas (LUNDBERG; ROLLENHAGEN; HOLLNAGEL, 2010).

São disponíveis diversos estudos que apresentam propostas de medidas de desempenho em SST, discutindo os méritos e limitações conceituais de cada uma, bem como as dificuldades de implantação (CAMERON; DUFF, 2007; HINZE; GODFREY, 2003). Há, também, estudos mais abrangentes, cujo objetivo

é apresentar recomendações para o projeto de SMDSST (AHMAD; GIBB, 2004), ou mesmo modelos de SMDSST, tais como aquele proposto por Mohamed (2003), baseado na abordagem do *Balanced Scorecard*. Entretanto, uma lacuna comum a todos esses trabalhos diz respeito à falta de um explícito paradigma de gestão da SST como referencial.

Neste artigo, é discutido como um novo paradigma de gestão da SST, denominado engenharia de resiliência (ER) (HOLLNAGEL; WOODS; LEVESON, 2006; HOLLNAGEL; NEMETH; DEKKER, 2008; NEMETH; HOLLNAGEL; DEKKER, 2009), pode contribuir para a melhoria dos SMDSST. A ER enfatiza a compreensão de como o sucesso é obtido, e como as pessoas e organizações aprendem e adaptam, criando a segurança em ambientes com perigos, trade-offs e múltiplos objetivos (HOLLNAGEL; WOODS; LEVESON, 2006). Uma ideia-chave é a de que resiliência é mais do que a habilidade de *continuar* operando quando há pressões e perturbações; a habilidade de *ajustar* o funcionamento do sistema é, na visão da ER, mais importante (HOLLNAGEL, 2009). Embora muitos estudos sobre ER, bem como seus princípios fundamentais, tenham ênfase em sistemas complexos que envolvem uso intensivo de automação, tais como aviação e plantas nucleares, estudos anteriores demonstraram benefícios de aplicação da ER a outras indústrias, tais como construção civil e distribuição de energia elétrica (SAURIN; CARIM JUNIOR, 2011; MITROPOULOS; CUPIDO, 2009; SAURIN; FORMOSO; CAMBRAIA et al., 2008).

Este artigo propõe um conjunto de princípios para projeto de SMDSST sob a perspectiva da ER. Esses princípios são propostos como uma forma de complementar os critérios que qualquer sistema de medição de desempenho deveria atender (por exemplo, a necessidade de que os indicadores possuam metas e tenham uma relação custo-benefício favorável) (NEELY et al., 1997). Esses critérios genéricos, além de não tratarem das particularidades da SST, têm mais ênfase no projeto de indicadores específicos do que no projeto global do SMDSST. O uso dos princípios é ilustrado por meio de um estudo de caso, no qual o SMDSST de uma construtora foi avaliado.

2. Engenharia de resiliência (ER)

2.1. Princípios da ER

Há diversos estudos que têm proposto características e princípios de projeto de sistemas resilientes (HOLLNAGEL; WOODS; LEVESON, 2006; HOLLNAGEL; NEMETH; DEKKER, 2008; NEMETH;

HOLLNAGEL; DEKKER, 2009). No presente artigo, são adotados os princípios que Costella et al. (2009) compilaram a partir de estudos anteriores:

- (a) comprometimento da alta direção: implica em que a SST seja um valor-chave da empresa, ao invés de uma prioridade eventual. A adoção desse princípio constitui um obstáculo às pressões de produção sobre a SST;
- (b) aprendizagem: a ER enfatiza a aprendizagem a partir da análise do trabalho normal, em complemento à aprendizagem a partir de incidentes. Segundo esse princípio, o monitoramento da implantação dos procedimentos é tão ou mais importante do que o seu desenvolvimento, uma vez que isso contribui para reduzir a distância entre o trabalho como imaginado pelos gerentes e como realizado pelos operadores;
- (c) flexibilidade: uma vez que a ER assume que os erros são inevitáveis, o sistema deve ser tolerante a erros e reconhecer que a gestão da variabilidade é tão importante quanto a sua redução. A meta dos projetistas deve ser reforçar a variabilidade que leva a resultados positivos e eliminar a variabilidade que leva a eventos indesejados. Esse princípio também implica em que o pessoal operacional seja capaz e autônomo para tomar decisões importantes sem esperar por instruções dos gerentes;
- (d) consciência: todos os componentes do sistema devem estar conscientes do seu desempenho e do estado das barreiras contra acidentes em relação ao limite da perda de controle. A consciência permite antecipar mudanças nos riscos e avaliar os *trade-offs* entre segurança e produção.

2.2. Princípios para o projeto de SMDSSST sob a perspectiva da ER

A ER tem sido desenvolvida a partir de estudos que, apesar de diferentes ênfases, têm em comum a abordagem sociotécnica, que posiciona humanos e artefatos (físicos e organizacionais) como agentes de igual importância para o desempenho de sistemas. Em particular, o campo teórico da ER tem utilizado resultados dos estudos sobre organizações de alta confiabilidade, cultura de segurança, engenharia de sistemas cognitivos e sistemas complexos (SAURIN; CARIM JUNIOR, 2011). Em função disso, pode-se compreender por que diversos dos princípios de projeto de SMDSSST sob a perspectiva da ER, apresentados a seguir, são baseados em referências anteriores à primeira publicação (HOLLNAGEL; WOODS; LEVESON, 2006) que cunhou a expressão ER e disseminou os seus princípios em maior escala.

- (a) é impossível monitorar todos os riscos por meio de um SMDSSST: esse princípio decorre da impossibilidade de antecipar todos os riscos em sistemas complexos

(RASMUSSEN, 1997). Ele pode ser considerado um metaprincípio, visto que seu corolário é o de que nenhum dos demais princípios pode ser perfeitamente implantado.

Além disso, esse princípio implica na impossibilidade de explicitar todos os riscos que não estão sendo monitorados, uma vez que não é possível conhecer todos eles. Assim, o conhecimento acerca do status do sistema é sempre incompleto, além de ser fragmentado entre os diversos intervenientes na sua gestão e operação (CILLIERS, 2005);

- (b) o SMDSSST deve monitorar as estratégias da organização para ajuste à variabilidade: esse princípio decorre do anterior, na medida em que o monitoramento das estratégias de ajuste à variabilidade é um meio de monitorar os recursos para enfrentar os riscos imprevistos. Contudo, a implantação desse princípio requer que a organização identifique as estratégias de ajuste à variabilidade, o que, por si só, é uma tarefa difícil. O SMDSSST ainda deve ser capaz de discernir a variabilidade positiva da variabilidade negativa, para que a primeira seja reforçada, e a segunda, minimizada (HOLLNAGEL, 2009);

- (c) o SMDSSST deve ser resiliente: isso significa que o SMDSSST deve ter a capacidade de adaptação para continuar capturando informações relevantes face às mudanças de um sistema complexo. A implantação desse princípio requer que o SMDSSST seja alimentado por fontes de informações contínuas, ricas e diversificadas (PAGE, 2007), mantendo-o compatível com a variedade dos riscos (CLEGG, 2000).

Por sua vez, a diversidade de fontes de informações deve levar em conta que a segurança é um constructo social, na medida em que os agentes humanos estão continuamente negociando e reinterpretando os riscos. Em outras palavras, a segurança não é algo que existe independente dos indivíduos e possa ser avaliado de modo puramente objetivo (ROCHLIN, 1999). Em função disso, é importante que um SMDSSST possua mecanismos para capturar as percepções de indivíduos e grupos acerca da SST, o que pode revelar diferentes nuances sobre os riscos e diferentes modelos mentais, talvez conflitantes. Como exemplo de mecanismo desse tipo, podem ser citados os questionários aplicados em algumas plantas nucleares, para apurar, diariamente, as impressões de operadores de linha de frente sobre a SST (ELETTRIC..., 2006);

- (d) o SMDSSST deve monitorar vulnerabilidades em todo o sistema sociotécnico: de acordo com Hendrick e Kleiner (2001), um sistema sociotécnico é composto por quatro subsistemas (técnico, social, organização do trabalho e ambiente externo), que interagem entre si e não têm limites rigidamente definidos. Contudo, alguns critérios podem ser usados para definir o que faz parte do sistema sociotécnico de interesse

para o SMDSSST. Por exemplo, essa definição pode ser baseada nos critérios propostos por Hollnagel e Woods (2005) para delimitar o que deve ser incluído na análise de um sistema cognitivo corelacionado (*joint cognitive system*) (Quadro 1).

- (e) o SMDSSST deve, tanto quanto possível, se aproximar do monitoramento em tempo real: a dinamicidade de um sistema complexo faz com que as informações disponibilizadas pelo SMDSSST estejam sempre defasadas em relação ao seu real status. Assim, quando os dados estiverem sendo analisados, o sistema não está mais como estava no momento em que os dados foram coletados (CILLIERS, 2005; PERROW, 1984). Esse princípio também implica em que, como situação idealizada, exista um fluxo contínuo de informações de SST, ao longo de todos os níveis hierárquicos, contribuindo para reduzir a defasagem de tempo entre os eventos e a análise dos mesmos (WEICK; SUTCLIFFE, 2001);
- (f) a gestão da SST é indissociável da gestão de outras dimensões da organização: em decorrência disso, o SMDSSST deve permear todas as áreas e atividades, não somente aquelas normalmente associadas com a SST (DEKKER, 2006). Com base nesse princípio, também se pode supor que os demais sistemas de medição de desempenho (por exemplo, qualidade e meio ambiente) podem, indiretamente, fornecer informações importantes para os SMDSSST;
- (g) o SMDSSST também deve ser monitorado: a ER assume que as pressões organizacionais sobre a SST, em maior ou menor intensidade, são inevitáveis. Em função disso, há a tendência de que a organização gradativamente migre em direção ao limite da perda de controle, com práticas inseguras sendo incorporadas à rotina e aceitas como normais (RASMUSSEN, 1997). Assim, é necessário desenvolver meios para detectar se o próprio SMDSSST está deteriorando, tais como auditorias externas e o uso de métricas para avaliar sua eficiência e eficácia;
- (h) o SMDSSST tende a ser tão complicado quanto maior for a complexidade do sistema avaliado: a avaliação da SST em sistemas complexos não pode ser simplista (por exemplo, enfocando poucos indicadores e assuntos), sob pena de não capturar as nuances que compõem a situação (WEICK; SUTCLIFFE, 2001; CILLIERS, 1998). Desse modo, quanto mais complexo for o sistema a ser avaliado, mais complicado tende a ser o SMDSSST. Diferentemente de um sistema complexo (como uma empresa de construção civil,

especialmente uma de médio ou grande porte), um sistema complicado (como um SMDSSST) pode ser completamente descrito, compreendido e controlado, bem como manter a estabilidade por meio da conformidade com um conjunto de regras ou equações. Como principal característica em comum, tanto os sistemas complexos quanto os complicados consistem de um grande número de componentes que interagem entre si (DEKKER, 2011).

Embora todos os princípios da ER tenham vínculos com os princípios de projeto dos SMDSSST, os vínculos mais fortes parecem ser com o princípio da consciência. De fato, um SMDSSST tem como objetivo disponibilizar e induzir ao uso de informações sobre o desempenho da organização, equipes e indivíduos, o que corresponde à essência do princípio da consciência. Em um paralelo com os conceitos de consciência situacional individual e de equipe (ENDSLEY, 1995), que basicamente implicam em que indivíduos e equipes sejam capazes de identificar sinais relevantes, compreendê-los e projetar o futuro, um SMDSSST pode contribuir para a formação de uma consciência situacional organizacional.

3. Método de pesquisa

3.1. A empresa investigada no estudo de caso

A empresa escolhida atua na construção de edificações residenciais de alto padrão e possui em torno de 600 funcionários próprios, além de um contingente variável de funcionários terceirizados. Em todos os canteiros, há um técnico de segurança em tempo integral, o qual tem responsabilidades como as seguintes: ministrar treinamentos; coletar e analisar indicadores; investigar acidentes; participar de reuniões semanais de planejamento integrado entre SST e produção, em conjunto com a gerência da obra; acompanhar, *in loco*, a execução de atividades de maior risco. A empresa possui também um engenheiro de segurança, responsável pela coordenação do setor de SST e pelo desenvolvimento dos planos de segurança exigidos pela legislação. Dentre as práticas de gestão da SST em uso na empresa, podem ser salientadas a existência de um programa de combate

Quadro 1. Critérios para identificar fontes de perigo e sucesso que devem ser monitoradas pelo SMDSSST (adaptado de HOLLNAGEL; WOODS, 2005).

	Interfere no desempenho em SST	Não interfere no desempenho em SST
Pode ser controlado pela organização	Deve ser monitorado pelo SMDSSST	Pode ser monitorado pelo SMDSSST
Não pode ser controlado pela organização	Pode ser monitorado pelo SMDSSST, apesar de ser ambiente externo	Não deve ser monitorado

ao alcoolismo, a elaboração de análises preliminares de risco, a padronização das proteções coletivas e as já mencionadas reuniões de planejamento integrado. Essa empresa foi escolhida, principalmente, por possuir indicadores de SST que não se limitavam aos exigidos pela legislação, bem como vinham sendo implantados de modo padronizado em todos os canteiros.

3.2. Procedimentos de coleta de dados

A avaliação do uso dos princípios descritos no item 2.2 ocorreu como parte de um estudo mais abrangente, que possuía dois objetivos: (a) avaliar a contribuição que requisitos gerais de qualquer sistema de medição de desempenho dariam para a avaliação de um SMDSSST; (b) monitorar a evolução dos resultados de um conjunto de indicadores de SST ao longo de vários meses, visando avaliar correlações estatísticas entre os mesmos.

Em relação ao primeiro objetivo, foi obtida a conclusão de que, embora os requisitos gerais fossem úteis para a identificação de melhorias, eles não apontavam caminhos para avanços conceituais em relação às conhecidas boas práticas de gestão da SST (FAMÁ et al., 2009). Não havia compromisso da empresa em implantar quaisquer melhorias decorrentes das análises descritas neste estudo, embora as conclusões tenham sido formalmente apresentadas, por meio de um relatório, à equipe de gestão da SST.

A coleta de dados, para o estudo descrito neste artigo, começou pela identificação dos indicadores utilizados, conhecendo os objetivos de cada um, a fórmula, a forma de coleta, os responsáveis pela coleta, processamento e avaliação dos resultados. Dentre as 17 obras da empresa, 8 foram visitadas periodicamente por dois membros da equipe de pesquisa. Ao longo de 6 meses, cada uma dessas obras foi visitada em intervalos de aproximadamente 15 dias (total de 96 visitas), sendo que cada visita costumava durar de 30 minutos a 2 horas. Outros dois membros da equipe de pesquisa supervisionaram o processo de coleta e análise de dados, além de realizarem visitas bimestrais em alguns canteiros para participar diretamente da coleta de dados. Todos os membros da equipe de pesquisa possuíam conhecimento técnico do domínio (eram engenheiros civis), sendo que dois deles também possuíam experiências anteriores com projetos de pesquisa envolvendo aplicações da ER.

Tendo em vista reduzir o nível de abstração dos princípios para o projeto de SMDSSST, facilitando a sua investigação empírica, foram desenvolvidas 20 questões para apoiar a coleta de dados (Quadro 2). As fontes de dados para responder a cada pergunta

foram acessadas ao longo dos seis meses da coleta de dados, consistindo de três grandes categorias:

- (a) consulta a documentos, tais como relatórios com os resultados dos indicadores, relatórios de investigação de acidentes e documentos que descreviam os demais sistemas de medição de desempenho em uso na empresa, para verificar como eles estavam relacionados com o SMDSSST;
- (b) observação dos procedimentos de coleta, análise e disseminação de cada métrica. Isso ocorria, por exemplo, por meio da observação de sessões de treinamento, em que eram usadas informações provenientes do SMDSSST. Observações das atividades no canteiro de obras também eram normalmente feitas em cada visita, na medida em que isso mantinha os pesquisadores familiarizados com os perigos e tecnologias que eram monitoradas por meio do SMDSSST;
- (c) entrevistas com envolvidos no SMDSSST, incluindo engenheiros, técnicos de segurança e trabalhadores, utilizando as questões do Quadro 2 como roteiro.

Como pode ser observado no Quadro 2, um dos princípios (é impossível monitorar todos os riscos por meio de um SMDSSST) não possui questões de avaliação. De acordo com a argumentação apresentada no item 2.2, esse princípio está subjacente a todos os outros, de modo que sua avaliação seria excessivamente redundante com a dos demais. Em particular, a avaliação do princípio citado já foi levada em conta na avaliação do princípio que lembra que o SMDSSST deve monitorar todo o sistema sociotécnico. No estudo de caso, não há descrição da avaliação de outro princípio (o desempenho do próprio SMDSSST deve ser monitorado), uma vez que não existia nenhuma prática que evidenciasse o seu uso.

Quanto à estrutura de análise dos resultados, recomenda-se que ela seja apresentada de modo similar à seção 4 deste artigo: (a) iniciar pela descrição macro do SMDSSST, enfatizando os intervenientes e fluxos de informações; (b) descrever cada indicador, formalmente ou informalmente usado; e (c) discutir as oportunidades de melhoria decorrentes da avaliação.

4. Resultados

4.1. Características principais do SMDSSST da empresa investigada

O SMDSSST vem sendo desenvolvido de modo incremental e informal, a partir de iniciativas dos membros do setor de SST, ao invés da alta direção. Além de incluir a coleta de indicadores exigidos pela legislação (como a taxa de frequência de acidentes),

Quadro 2. Questões para orientar a avaliação do uso dos princípios de projeto de SMDSSST.

Questões	Princípios
(Q1) Os procedimentos de coleta, análise e disseminação das métricas evoluem ao longo do tempo?	O SMDSSST deve ser resiliente
(Q2) Métricas são excluídas, adaptadas ou incluídas, como resultado de mudanças nos riscos ou aperfeiçoamento do SMDSSST?	O SMDSSST deve ser resiliente
(Q3) São avaliadas as diferenças entre o trabalho prescrito e o trabalho real?	O SMDSSST deve monitorar as estratégias da organização para ajustar seu comportamento frente à variabilidade
(Q4) O SMDSSST gera informações, relevantes para a melhoria da SST, a partir da análise do trabalho normal, ao invés de apenas informações provenientes da análise de falhas?	O SMDSSST deve monitorar as estratégias da organização para ajustar seu comportamento frente à variabilidade
(Q5) É avaliado se os funcionários recusam a realização de trabalhos inseguros?	O SMDSSST deve monitorar as estratégias da organização para ajustar seu comportamento frente à variabilidade
(Q6) É avaliado se as equipes operacionais e de níveis intermediários são capazes de tomar decisões importantes, para a SST, sem esperar por instruções dos superiores?	O SMDSSST deve monitorar as estratégias da organização para ajustar seu comportamento frente à variabilidade
(Q7) São avaliadas pressões organizacionais prejudiciais para a SST?	O SMDSSST deve monitorar vulnerabilidades em todo o sistema sociotécnico
(Q8) É avaliada a segurança dos processos, além da segurança pessoal?	O SMDSSST deve monitorar vulnerabilidades em todo o sistema sociotécnico
(Q9) São avaliados os riscos ligados à saúde no trabalho?	O SMDSSST deve monitorar vulnerabilidades em todo o sistema sociotécnico
(Q10) A medição de desempenho em SST não é restrita à fase de construção, mas contempla também as fases de projeto e manutenção?	O SMDSSST deve monitorar vulnerabilidades em todo o sistema sociotécnico
(Q11) Foram antecipados possíveis impactos negativos da vinculação entre o SMDSSST e programas de incentivos?	O SMDSSST deve monitorar vulnerabilidades em todo o sistema sociotécnico
(Q12) O SMDSSST estimula a priorização da SST em relação a outras metas da empresa?	A gestão da SST é indissociável da gestão de outras dimensões da organização
(Q13) É possível avaliar o quanto a SST é importante em comparação a outras metas da empresa?	A gestão da SST é indissociável da gestão de outras dimensões da organização
(Q14) Qual a periodicidade de coleta de cada indicador?	O SMDSSST deve se aproximar do ideal de monitoramento em tempo real
(Q15) Qual a periodicidade de compilação das informações geradas pelo SMDSSST?	O SMDSSST deve se aproximar do ideal de monitoramento em tempo real
(Q16) Após a coleta de informações, quanto tempo elas demoram para ser disseminadas a todos os níveis hierárquicos?	O SMDSSST deve se aproximar do ideal de monitoramento em tempo real
(Q17) Existem mecanismos para avaliar a eficácia e eficiência do próprio SMDSSST?	O desempenho do próprio SMDSSST deve ser monitorado
(Q18) Quais os recursos (humanos, técnicos, financeiros) necessários para manter o SMDSSST operando?	O SMDSSST tende a ser tão complicado quanto maior for a complexidade do sistema avaliado
(Q19) O projeto e rotinas de operação do SMDSSST são compreendidos por todos os níveis hierárquicos?	O SMDSSST tende a ser tão complicado quanto maior for a complexidade do sistema avaliado
(Q20) O SMDSSST possui indicadores reativos e proativos?	O SMDSSST tende a ser tão complicado quanto maior for a complexidade do sistema avaliado

houve preocupação em estabelecer medidas proativas, porém sem articular formalmente as mesmas, tanto entre si quanto com os demais elementos do sistema de gestão de SST (SGSST).

Foi detectado o uso de 8 indicadores de SST, que eram coletados em todas as 17 obras. As informações que serviam de base para o cálculo dos indicadores eram, em geral, coletadas diretamente pelo técnico de segurança. Contudo, mestres de obras e operários também forneciam informações para alguns indicadores.

Em cada obra, o técnico de segurança compilava mensalmente os resultados de todos os indicadores.

Outro técnico, alocado na sede da empresa, computava mensalmente os resultados de todas as obras, gerando um relatório que servia de base para uma reunião mensal de discussão dos resultados. Tal reunião contava apenas com membros do setor de SST, não envolvendo representantes da alta direção nem dos gerentes de produção de cada obra. Tanto o relatório individual de cada obra quanto o relatório geral possuíam alertas visuais, utilizando as cores verde, amarelo ou vermelho, apontando a situação do indicador em relação às metas estipuladas.

Três momentos de análise e disseminação de cada indicador foram detectados: a já citada reunião

mensal do setor de SST; a reunião mensal da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA); as reuniões diárias de treinamento da força de trabalho em SST, coordenadas pelo técnico de segurança. Pelo fato de serem diárias, essas reuniões implicavam em pequena defasagem de tempo em relação ao momento de ocorrência dos eventos. Contudo, o tempo disponível para disseminar os resultados era escasso, uma vez que as reuniões costumavam durar entre 15 e 30 minutos, com ênfase em tópicos específicos (por exemplo, combate a incêndios, trabalho em altura). Em cada obra, havia ainda um grande quadro que exibia os resultados mensais de todos os indicadores coletados.

As características mencionadas indicam uma concentração de tarefas nos técnicos, bem como a ausência de envolvimento da alta direção e dos gerentes de produção, tanto durante as etapas de coleta quanto de processamento e disseminação de informações.

4.2. Indicadores de SST usados na empresa investigada

4.2.1. Percentual de pacotes de segurança concluídos (PPS'c)

Na empresa investigada, em maior ou menor grau, em todas as obras o planejamento e controle da produção era realizado com base no método *Last Planner* (BALLARD, 2000), havendo uma hierarquização em planos de longo, médio e curto prazo. Os planos de curto prazo tinham horizonte semanal e diferenciavam, nas planilhas de planejamento, pacotes de trabalho de produção e de segurança.

Embora não houvesse uma definição formal acerca do que era entendido como um pacote de segurança, a observação dos pesquisadores indicou que isso envolvia a implantação de proteções físicas, bancadas e equipamentos de acesso aos postos de trabalho. As proteções físicas podiam ser necessárias para vários pacotes de produção (proteções genéricas, como as plataformas de proteção), ou dedicadas a um pacote de produção (proteções específicas, como uma linha de vida). Os pacotes de segurança, assim como os de produção, deveriam ter todos os recursos materiais e humanos já disponíveis na obra, no momento em que o plano era elaborado. Além disso, havia uma equipe de funcionários, próprios da construtora, dedicada em tempo integral à implantação dos pacotes de segurança.

Desse modo, foi instituído o indicador denominado PPS'c, que avaliava a percentagem de pacotes de

trabalho de segurança que foram executados no prazo planejado, de acordo com a Equação 1.

$$PPS'c = \frac{\sum \frac{\text{número de pacotes de segurança 100\% concluídos}}{\text{número de pacotes de segurança planejados}}}{1} \quad (1)$$

Esse indicador era calculado semanalmente, acompanhado de uma análise e registro das causas que levaram à não execução dos pacotes. Cabe salientar que o PPS'c avaliava se as proteções eram instaladas ou não, mas não avaliava se os pacotes de trabalho, de qualquer tipo, eram executados em condições seguras. Similarmente ao indicador percentual do planejamento concluído (PPC), proposto no método *Last Planner* (BALLARD, 2000), o PPS'c avaliava o comprometimento da gerência com os pacotes de segurança, assim como se o planejamento desses pacotes fosse benfeito (por exemplo, dimensionamento das equipes de implantação, disponibilização dos recursos necessários para executar os pacotes).

4.2.2. Índice de adequação à NR-18 (INR-18)

O INR-18 era calculado a partir de uma lista de verificação com 213 itens da NR-18, correspondendo à relação entre o total de itens marcados com sim (cumprimento da norma) e o total de itens marcados com sim ou não, sendo que seu resultado é convertido em uma nota de 0 a 10. A aplicação do *check-list* era realizada uma vez por mês pelo técnico de segurança, usando a observação visual do canteiro como principal fonte de dados.

4.2.3. Estimativa de multas pela inadequação à NR-18

O mesmo *check-list* usado para calcular o INR-18 fornece uma estimativa de multas que a obra pode sofrer pela inadequação à norma. Com base na NR-28 (Fiscalização e Penalidades), é possível identificar os pesos de infrações a cada um dos itens do *check-list*, bem como o valor das multas correspondentes. Assim como o INR-18, a estimativa de multas também era calculada mensalmente.

4.2.4. Relatos de quase-acidentes e taxa de frequência de quase-acidentes (TFQA)

O objetivo da TFQA era envolver os trabalhadores no processo de identificação e análise dos quase-acidentes. A coleta de relatos de quase-acidentes era realizada diariamente, a partir de informações de todos

os funcionários presentes nas obras. Em geral, o técnico de segurança de cada obra registrava e investigava os relatos, que eram apresentados verbalmente pelos trabalhadores. Com base nas quantidades de relatos, a TFQA era calculada de acordo com a Equação 2.

$$TFQA = \frac{Nqa \times 10^6}{HH} \quad (2)$$

onde: Nqa representa o número de quase-acidentes registrados no mês e HH é o número de homens-horas trabalhadas no mês, por todos os funcionários do canteiro de obras.

4.2.5. Índice de treinamento de segurança (IT)

O IT corresponde ao percentual de homens-hora treinados em relação ao total de homens-hora trabalhados, de acordo com a Equação 3.

$$IT = \frac{NHT}{HH} \quad (3)$$

onde: NHT é o número total de homens-horas de treinamento, incluindo funcionários da empresa e terceirizados; HH é o número de horas-homens trabalhadas no mês. Esse indicador não considera as horas trabalhadas por pessoal administrativo, tanto no canteiro de obras quanto na sede da empresa.

4.2.6. Índice de avaliação participativa em segurança (IAPS)

O IAPS permitia atribuir notas a cada subempreiteiro, para os seguintes itens: documentação referente à ocorrência de acidentes; fornecimento de equipamento de proteção individual (EPI); utilização e manutenção dos EPI; utilização e manutenção dos uniformes; treinamento; proteções coletivas; área de vivência; organização e limpeza; manutenção de máquinas, equipamentos e ferramentas; número de relatos de quase-acidentes. Para cada item, havia três faixas de desempenho, existindo, em cada uma delas, descrições que caracterizavam o desempenho esperado naquela faixa. O indicador era calculado mensalmente pelo técnico de segurança de cada obra.

4.2.7. Número de interdições (NI)

O NI era calculado mensalmente, sendo registradas tanto interdições internas quanto externas. O indicador visava prever os itens propensos a interdições externas, por parte da fiscalização governamental, a partir das interdições internas.

As interdições internas ocorriam quando o técnico decidia paralisar uma atividade por falta de segurança. O técnico comunicava a interdição ao diretor do departamento de SST, sendo que ambos, junto com o engenheiro responsável pela obra, decidiam como resolver a situação.

4.2.8. Taxa de frequência de acidentes (TFA)

Este indicador correspondia à taxa de acidentes com afastamento, sendo calculado por meio da Equação 4.

$$TFA = \frac{Na \times 10^6}{HH} \quad (4)$$

onde: Na é o número de acidentes ocorridos no mês, com afastamento de, no mínimo, um dia, além do dia em que ocorreu o acidente; HH é o número de homens-horas trabalhadas no mês, por todos os funcionários da obra (próprios e terceiros). Se houver horas extras no mês, estas devem ser contabilizadas no cálculo.

5. Avaliação dos princípios de projeto dos SMDSST

5.1. O SMDSST deve monitorar as estratégias da organização para ajuste à variabilidade

No estudo de caso, foi analisado como e se o SMDSST monitorava duas estratégias de ajuste à variabilidade: (a) adaptação de procedimentos, seja por falta de recursos ou pela falta de aplicabilidade a um determinado contexto; (b) autonomia das equipes operacionais para tomada de decisões relevantes para a SST (por exemplo, recusar tarefas de risco).

A adaptação de procedimentos poderia ser investigada, e medida, por meio do monitoramento do trabalho normal (sem incidentes). Entretanto, nenhum indicador avaliava o trabalho normal, mas mantinha o foco na análise de falhas, ou seja, nas situações em que o ajuste à variabilidade não existiu ou não foi suficiente. De fato, mesmo indicadores que apresentavam evidências de segurança, ao invés de sua falta, como o PPS^c e o INR-18 (por exemplo, o primeiro levava em conta pacotes de segurança implantados conforme o planejado; o segundo indicava instalações de segurança de acordo com a legislação), tinham a análise dos seus resultados concentrada nas falhas (por exemplo, atribuir causas

à não execução de pacotes de segurança), ao invés dos sucessos.

A inexistência de investigações do sucesso decorre do fenômeno psicológico denominado viés do resultado (*outcome bias*) (DEKKER, 2007). Esse viés significa que os seres humanos têm a tendência, equivocada, em assumir que um resultado bom necessariamente decorre do uso de processos bons, enquanto que resultados ruins decorrem de processos igualmente ruins. Contudo, as oportunidades de aprender com o bom resultado de algum indicador são tão ou mais relevantes quanto as oportunidades de aprender com o mal resultado.

A Figura 1 ilustra uma observação realizada pelos pesquisadores, em um dos canteiros da empresa, que indica uma oportunidade de aprendizagem a partir do monitoramento do trabalho normal. Nesse caso, o operador do elevador de carga desenvolveu uma sirene para alertar seus colegas no momento em que o elevador chegava no pavimento. Dessa forma, os colegas sabiam que deviam se dirigir ao elevador para fazer a descarga de materiais. Esse imprevisto constitui um exemplo de variabilidade positiva, cujas causas poderiam ter sido investigadas e, caso necessário, mudanças no projeto do elevador poderiam ser desenvolvidas.

A análise do trabalho normal também poderia ser guiada por comparações com o trabalho prescrito. Alguns indicadores forneciam informações para análises sob essa perspectiva. Por exemplo, os relatos



Figura 1. Trabalho normal com oportunidade de aprendizagem.

de quase-acidentes, os registros de acidentes e os registros de interdições (respectivamente, fontes para o cálculo de TFQA, TFA e NI) poderiam ser confrontados com a situação prescrita para realização das tarefas envolvidas nos eventos. O IT também poderia contribuir para avaliar a diferença entre prescrito e real, na medida em que o registro do conteúdo dos treinamentos fosse confrontado com as práticas reais de trabalho. O Quadro 3 apresenta um resumo de como as informações já existentes no SMDSSST poderiam ser usadas para avaliar a diferença entre o trabalho prescrito e o real.

A recusa de tarefa de risco, prevista pela legislação brasileira, constituía outro possível meio de lidar com a variabilidade. No entanto, não existiam indicadores para avaliar se ocorriam recusas de tarefa por falta de segurança, o que era condizente com a inexistência de uma política formal para encorajar essa prática. Embora os funcionários recebessem, informalmente, a orientação de que poderiam realizar recusas, isso na prática não ocorria pela falta de uma estratégia corporativa nesse sentido, avalizada pela alta direção.

O NI era o único indicador que refletia diretamente a autonomia dos funcionários para tomar decisões importantes ligadas à SST, embora fosse restrito à autonomia dos técnicos de segurança de paralisar atividades inseguras. Esse indicador poderia ser mais eficaz, caso os operários e mestres de obras, ao invés de apenas os técnicos, tivessem autonomia para paralisar a produção em favor da segurança.

5.2. O SMDSSST deve ser resiliente

Ao longo dos seis meses do estudo de caso, apenas duas mudanças foram detectadas no SMDSSST: a criação do indicador NI e a instituição de planilhas padronizadas para o registro dos resultados. Dentre as razões do pequeno número de mudanças, uma provável se refere à dificuldade dos gerentes em visualizar oportunidades de melhoria.

Apesar disso, o SMDSSST disponibilizava uma variedade considerável de informações, associadas

Quadro 3. Como as informações disponíveis no SMDSSST poderiam contribuir para comparar o trabalho prescrito com o real.

Indicador	Informações coletadas como parte dos dados para calcular o indicador	Como usar essas informações para comparar o trabalho prescrito com o real
PPS ^c	Quantidade realizada de cada pacote de segurança	Comparar a quantidade prevista com a quantidade realizada (isso já era aplicado na empresa)
IT	Conteúdo dos treinamentos	Comparar o método de execução especificado nos treinamentos com o método usado na prática
TFQA	Descrição dos quase-acidentes	Comparar o método prescrito, com o método usado no evento em que ocorreu o quase-acidente
TFA	Descrição dos acidentes	Comparar o método prescrito, com o método usado no evento em que ocorreu o acidente
NI	Descrição das razões que levaram à interdição	Comparar o método prescrito, com o método usado na atividade interdita

a todos os elementos de um sistema sociotécnico e considerando aspectos subjetivos e objetivos da SST (ver próximo item), que poderiam contribuir para o seu ajuste periódico.

5.3. O SMDSSST deve monitorar vulnerabilidades em todo o sistema sociotécnico

Esse princípio lembra que deve ser feito um esforço para identificar e monitorar tantos perigos quanto possível. A principal prática de identificação de perigos era a elaboração de análises preliminares de risco (APR) para todas as atividades produtivas. Contudo, nenhum dos indicadores estava vinculado às APR, de modo que não existia monitoramento da extensão pela qual elas eram implantadas.

Dentre as práticas informais (não documentadas) de monitoramento, a principal se referia a inspeções conduzidas pelos técnicos de segurança. Entretanto, tais inspeções não eram baseadas em roteiros acerca do que deveria ser inspecionado (as APR poderiam ser a base desse roteiro), e eram realizadas em frentes de trabalho e momentos escolhidos aleatoriamente.

Como mecanismos de ampliar as perspectivas sobre o desempenho, alguns indicadores contribuíam para a identificação de perigos a partir das impressões dos técnicos de segurança e trabalhadores: (a) a TFQA e o IAPS, na medida em que exigiam o relato de quase-acidentes e, para relatar esses eventos, era necessário o discernimento para identificá-los; (b) o NI contribuía tanto para avaliar a percepção de riscos dos técnicos quanto para estimular a mesma, uma vez que, para paralisar uma atividade, o técnico devia realizar um julgamento acerca do nível de risco da mesma.

Alguns indicadores tinham foco restrito em alguns elementos do sistema sociotécnico, tais como: (a) o INR-18, que detectava falhas relacionadas ao subsistema tecnológico, ou seja, se as proteções físicas foram implantadas e estavam em bom estado de manutenção; (b) o indicador de estimativas de multas, que auxiliava a identificar falhas do subsistema tecnológico prioritárias, tendo o valor da multa como parâmetro de priorização.

Já as informações usadas para calcular outros indicadores (TFQA, NI, TFA) poderiam identificar fatores causais de qualquer natureza. Em função disso, esses indicadores poderiam ser interpretados como mecanismos de metamonitoramento, ou seja, meios de monitorar o próprio SMDSSST. Uma vez que as informações geradas não são necessariamente vinculadas a determinados tipos de vulnerabilidades (como ocorre, por exemplo, com indicadores que monitoram elementos específicos da gestão da

SST, como treinamentos e planejamento), aqueles indicadores permitem identificar tendências de modos de falhas, contribuindo para manter o SMDSSST calibrado em relação às mesmas.

O sistema de relatos de quase-acidentes também poderia fornecer informações mais diversificadas se fosse ampliado para o relato de incidentes, assumindo que esse termo inclui qualquer condição ou evento de falta de segurança que algum funcionário julgue relevante. De fato, não há evidências de que um quase-acidente é necessariamente um evento de maior relevância, para fins preventivos, do que outros, tais como acidentes de pequena gravidade ou condições inseguras.

O NI, embora pudesse refletir fatores contribuintes de qualquer natureza, era o único indicador que avaliava diretamente o quanto o ambiente externo legal, representado pela fiscalização dos órgãos governamentais, estava atuante nas obras da empresa. Outro indicador que poderia ser criado para avaliar o rigor da fiscalização, decorrente do NI, poderia medir a razão entre o número de interdições e o número de visitas dos fiscais.

A análise segundo o princípio de monitorar todo o sistema sociotécnico também apontou que o monitoramento da segurança de processos era visto como monitoramento da qualidade, além de ser conduzido por meio de uma estrutura gerencial independente daquela que monitorava a segurança pessoal. Similarmente ao que ocorre de maneira usual na construção civil, na empresa investigada existiam ações de gestão da qualidade relacionadas à segurança de processos, tais como a realização de ensaios de resistência e desempenho de materiais (por exemplo, ensaios de corpos de provas a cada concretagem) e inspeções visuais da aderência ao projeto estrutural (por exemplo, configuração das armaduras e escoramentos de lajes, verificação da quantidade máxima de *pallets* estocados sobre as lajes). Embora as tecnologias das obras de construção residencial não tenham um potencial de risco para a sociedade comparável ao de outras tecnologias perigosas (por exemplo, plantas nucleares e petroquímicas), o risco de acidentes de grandes proporções, com muitas vítimas e altíssimo custo financeiro, não deve ser desprezado. Também vale enfatizar que excelência em segurança individual não pode ser interpretada como bom desempenho em segurança de processos, como ilustrou o caso emblemático da explosão de uma refinaria de petróleo nos Estados Unidos em 2005 (BAKER, 2007).

Em relação ao princípio de monitorar vulnerabilidades em todo o sistema, outras duas lacunas foram detectadas: (a) inexistência de indicadores ligados à saúde ocupacional; e (b) falta de uma medição em nível sistêmico, tal como uma auditoria

do SGSST. Esse tipo de auditoria permitiria uma ênfase no monitoramento dos perigos organizacionais e sistêmicos, em detrimento da ênfase nos perigos físicos e palpáveis, enfatizados pela maioria dos indicadores. Eventuais auditorias do SGSST também poderiam ser conduzidas explicitamente sob a perspectiva da ER, por meio de métodos como o proposto por Costella et al. (2009).

5.4. *O SMDSSST deve, tanto quanto possível, se aproximar do monitoramento em tempo real*

Como resultado da ênfase nas falhas, ao invés dos sucessos, que eram mais frequentes que as falhas, os ciclos de aprendizagem eram relativamente longos. Esses ciclos eram de uma semana, no caso do PPS'c, e de um mês, nos casos do INR-18 e IAPS. Já os indicadores TFQA, TFA e NI, baseados exclusivamente na identificação de falhas, tinham um ciclo de aprendizagem aleatório, apenas gerando informações quando falhas eram detectadas. Desse modo, não havia um fluxo contínuo de informações de SST, assim como o controle era substancialmente defasado em relação ao momento de ocorrência dos eventos de interesse.

O uso de técnicas de gerenciamento visual (SAURIN; FORMOSO; CAMBRAIA et al., 2008), bem como da tecnologia da informação (por exemplo, análise de filmagens das operações em associação com *softwares* para registro das observações), poderia contribuir para a implantação desse princípio.

5.5. *A gestão da SST é indissociável da gestão de outras dimensões da organização*

Uma consequência da gestão da SST ser indissociável da gestão da produção é a de que decisões sobre um assunto têm implicações sobre o outro (SAURIN; FORMOSO; GUIMARÃES, 2004). Tendo em vista dar visibilidade a esse relacionamento, o SMDSSST pode contribuir para avaliar o *trade-off* entre segurança e produção. Na empresa estudada, isso poderia ser feito a partir do cálculo da razão entre o indicador PPS'c e o indicador PPC, proposto por Ballard (2000) como parte do sistema *Last Planner*. Nesse caso, seria especificamente avaliado o equilíbrio entre a confiabilidade do planejamento dos pacotes de produção e a confiabilidade do planejamento dos pacotes de segurança.

A própria existência de um SMDSSST que não se restringia às exigências legais pode ser interpretada como indício de que a segurança era um valor importante, ao menos em comparação com a

situação típica do setor. De outro lado, a iniciativa de constituição do SMDSSST partiu de representantes do setor de SST, não havendo uma política corporativa que exigisse e auditasse, periodicamente, a existência de tal sistema. Como outro indício de baixo comprometimento com a SST, os dados gerados pelo SMDSSST não eram, em nenhum momento, discutidos pela alta direção, sendo que o nível hierárquico mais alto envolvido com o assunto era constituído pelo diretor do setor de SST.

Alguns indicadores, pela sua própria concepção, demonstravam a priorização da SST. Por exemplo, o programa de relatos de quase-acidentes constituía uma demonstração de valorização da SST, na medida em que não existia iniciativa similar, por exemplo, para relatos de perdas de outras naturezas. Similarmente, o IT era baseado no pressuposto de que algum tempo produtivo deveria ser sacrificado em função de treinamentos de SST.

Outros indicadores, como o NI, forneciam informações ambíguas para avaliar o *trade-off*. De um lado, a existência de muitas interdições podia significar que a autonomia concedida aos técnicos de paralisar tarefas inseguras vinha sendo exercida, demonstrando ênfase na gestão da SST. De outro lado, muitas interdições podiam significar que a gestão da SST vinha sendo relegada a um segundo plano, requerendo medidas reativas, como interdições. Durante os 6 meses de coleta de dados, foram realizadas 74 interdições, pelos técnicos, nas 17 obras acompanhadas.

O indicador de estimativa de multas também tinha um caráter ambíguo, porém, nesse caso, a ambiguidade residia na concepção do indicador, ao invés da interpretação de seus resultados. De um lado, a quantificação das possíveis multas servia como alerta e pressão para melhorar a conformidade com a legislação. De outro, ao estabelecer uma meta mensal de multa potencial de R\$ 30.000,00, era passada a mensagem de que podia haver complacência no atendimento à norma, até certo limite.

5.6. *O SMDSSST tende a ser tão complicado quanto maior for a complexidade do sistema avaliado*

Um sistema com características de complexidade, um pressuposto adotado acerca da empresa avaliada, requer um SMDSSST que possua indicadores proativos, que ajudem a prever o desempenho futuro. Essa necessidade é menor em um sistema estável e linear, em que o desempenho futuro é naturalmente mais previsível (PERROW, 1984).

Neste estudo, a referência usada para diferenciar os indicadores proativos dos reativos constitui a existência de liberação de energia que implicou em lesões e/ou perdas financeiras. Todos os indicadores que refletem a ocorrência dessa condição são considerados reativos, sendo os demais, que preveem a ocorrência, considerados proativos.

Desse modo, sete indicadores foram interpretados como proativos (PPS'c, TFQA, INR-18, IT, estimativa de multas, IAPS, NI) e um como reativo (TFA). Como aspecto negativo, apenas dois indicadores proativos (PPS'c e IT) avaliavam atividades de gestão da SST que visavam antecipar e eliminar perigos (atividades de planejamento e treinamento, respectivamente), enquanto os demais eram associados a atividades cujo foco era detectar perigos que já haviam se manifestado no canteiro.

Três indicadores (PPS'c, TFQA, TFA) forneciam informações que explicavam o desempenho, ao invés de apenas descrevê-lo. O PPS'c incluía uma análise das causas que levaram ao não cumprimento dos pacotes de segurança. Como deficiência de implantação, percebeu-se, por meio da participação em reuniões de análise das causas, que essa tarefa era geralmente feita de modo superficial e limitada a identificar categorias de problemas que constavam em um *check-list* de causas frequentes. Assim, com o tempo, eram criados bancos de dados e gráficos com a frequência das causas, sem que fossem questionadas a confiabilidade e profundidade das análises. Vale salientar que não era claro, para os gerentes da empresa, o que realmente estava sendo medido por meio do PPS'c. Ao contrário de avaliar se os pacotes de trabalho estavam sendo executados de modo seguro, como acreditavam os técnicos de segurança e engenheiros, o PPS'c avaliava se tinham sido implantados, conforme previsto, os pacotes de trabalho destinados a promover proteções coletivas. Não era avaliado, sequer, se a própria implantação das proteções coletivas foi feita de modo seguro ou não.

Já os relatos de quase-acidentes e registros de acidentes, fontes para o cálculo de TFQA e TFA, incluem investigações desses eventos. De outro lado, não havia investigações das causas das interdições nem das causas das não conformidades com a NR-18.

Tendo em vista facilitar a disseminação e a compreensão dos resultados do SMDSSST, a empresa adotava a prática de classificar os resultados de cada indicador em três faixas de desempenho (verde, amarela, vermelha). Contudo, a definição dos limites de cada faixa era arbitrária, o que deveria ser sempre lembrado pelos gerentes, sob pena de criarem-se falsas percepções acerca dos níveis de desempenho.

6. Oportunidades de melhoria decorrentes da avaliação

Diversas oportunidades de melhoria foram identificadas, ilustrando a utilidade prática da avaliação. Enquanto algumas delas dizem respeito ao SMDSSST como um todo, outras se referem a indicadores específicos. Quanto ao SMDSSST, podem ser salientados os seguintes exemplos:

- (a) aumentar a ênfase dada às informações qualitativas que servem de base para o cálculo dos indicadores, o que inclui disseminar essas informações e identificar padrões emergentes das mesmas. No estudo de caso, um exemplo de indicador que fornecia informações quantitativamente pouco relevantes, em comparação com as informações qualitativas que lhe serviam de base, era a TFQA. Nesse caso, o indicador também podia induzir a comportamentos improdutivos, tais como simplesmente aumentar a taxa de registro de quase-acidentes, sem o correspondente esforço de investigação e ação corretiva;
- (b) uma vez que a recomendação anterior seja adotada, passa a ser mais viável disseminar as informações do SMDSSST para a força de trabalho, que deveria ser um usuário tão importante desse sistema quanto os níveis gerenciais. De fato, gráficos e tabelas, mesmo que expostos em murais no canteiro de obras, são de pouca ou nenhuma relevância para a força de trabalho. Assim como ocorre com os painéis de controle de processos em outras indústrias (por exemplo, o painel de controle de uma aeronave), a disponibilização visual de dados em nada garante que eles terão significado para os seus usuários, sendo que esse problema geralmente tem pouca relação com a capacitação dos usuários, mas com o projeto do sistema (DEKKER, 2006);
- (c) desenvolver meios de monitorar os perigos menos visíveis, notadamente os perigos organizacionais, perigos à saúde no trabalho e perigos vinculados à segurança de processos. Em relação aos perigos organizacionais, estes poderiam ser indiretamente monitorados por meio de indicadores ligados a outras dimensões de desempenho do empreendimento e da empresa. De fato, indicadores que apontem desvios em relação ao prazo ou custo previsto devem ser interpretados como um alerta de que as pressões por eficiência vão aumentar, sob pena de que isso seja feito reduzindo os recursos destinados à SST. Esse ponto de vista é uma derivação do pressuposto da ER de que a gestão da SST é indissociável da gestão de outras áreas do negócio;
- (d) realizar avaliações periódicas do SGSST como um todo. Tal tipo de avaliação é particularmente importante para o monitoramento dos perigos organizacionais, cuja complexidade exige uso

intensivo de informações qualitativas (KONGSVIK; ALMKLOV; FENSTAD, 2010);

- (e) separar fontes de informações e indicadores que permitem o metamonitoramento do SMDSSST (por exemplo, TFQA) daquelas que permitem o monitoramento de atividades específicas da gestão da SST (por exemplo, IT). As informações provenientes do metamonitoramento deveriam ser confrontadas com aquelas específicas, permitindo verificar se o SMDSSST está ou não bem calibrado. No estudo de caso, um exemplo de aplicação dessa recomendação se refere à possível exclusão do indicador IT. De fato, a falta de treinamento não foi identificada como fator relevante na consulta aos bancos de dados com causas de acidentes, quase-acidentes e não execução de pacotes de segurança;
- (f) além (ou em substituição) do uso de faixas de desempenho para classificar os resultados de cada indicador, poderiam ser usadas técnicas estatísticas para avaliar a estabilidade dos resultados, sendo definidos estatisticamente um limite superior e um limite inferior, entre os quais a variabilidade seria normal. Em paralelo às técnicas estatísticas, a análise dos resultados por uma equipe com representantes de vários níveis hierárquicos, incluindo pessoal da linha de frente, poderia contribuir para a identificação da necessidade de revisar as ações de gestão.

Como exemplos de oportunidades vinculadas a indicadores específicos, podem ser citadas: (a) desenvolver um programa formal de recusas de tarefa de risco por parte dos operadores de linha de frente, ao invés de apenas por parte dos técnicos, ampliando o conceito subjacente ao indicador NI; e (b) eliminar requisitos conflitantes dentro de um mesmo indicador, como ocorre no IAPS. Nesse caso, um dos critérios de avaliação dos empreiteiros é o número de quase-acidentes registrados por mês. Entretanto, isso pode levar à subnotificação de eventos ligados a outros critérios de avaliação, tais como o uso de EPI.

7. Discussões e conclusões

A originalidade dos princípios para o projeto de SMDSSST reside na adoção do paradigma da ER, o qual ainda é pouco conhecido, especialmente em ambientes que possuem pouco uso de automação e que não têm tecnologias com potencial catastrófico, como é o caso da construção de edificações residenciais. Com base na perspectiva da ER, foi possível realizar questionamentos teóricos e práticos que não teriam sido completamente realizados com base nos critérios normalmente usados para avaliar sistemas de medição de desempenho em geral. Contudo, vale enfatizar que os princípios propostos são complementares, ao invés de excludentes, aos critérios tradicionais.

Em função do caráter abstrato dos princípios, sua aplicação, seja no projeto ou na avaliação de um SMDSSST, requer pessoal familiarizado com o tema ER e com o domínio em questão, conforme ocorreu no estudo de caso. Apesar de atender a esses requisitos, a equipe de pesquisa sentiu necessidade de desenvolver um roteiro, com vinte questões, para facilitar a investigação empírica dos princípios. Tal roteiro necessita ser refinado por meio de um número maior de aplicações, conduzida por diferentes avaliadores. Além disso, algumas questões foram concebidas para o cenário da construção civil (por exemplo, há medição de desempenho em SST nas fases de projeto e manutenção da edificação?), devendo ser adaptadas ou excluídas quando outros setores forem investigados.

Similarmente à recomendação relativa à capacitação dos usuários dos princípios, outras recomendações de uso valem tanto para avaliações quanto para o projeto ou reprojeto de um SMDSSST. Em particular, os projetistas ou avaliadores deveriam ter em mente que os princípios, isoladamente, não se prestam a aplicações mecanicistas, mas sim heurísticas. Como exemplo do caráter heurístico, as oportunidades de melhoria detectadas no estudo de caso (por exemplo, necessidade de maior ênfase em informações qualitativas), bem como os resultados da avaliação da aderência do SMDSSST aos princípios, não foram decorrências lineares da aplicação do protocolo de coleta de dados, mas dependeram da intensa discussão dos dados entre os membros da equipe de pesquisa.

Em coerência com a abordagem sociotécnica subjacente aos princípios, há intensa interrelação entre eles. Por exemplo, o princípio de que o SMDSSST deve ser resiliente é relacionado ao princípio de que o SMDSSST deve monitorar vulnerabilidades em todo o sistema sociotécnico. O uso desse último princípio tende a gerar quantidade e qualidade de informações, que podem ser usadas para que o SMDSSST seja ajustado ao longo do tempo. Com base nos dados coletados, pode-se exemplificar a falta de percepção dos gestores da empresa acerca desse relacionamento. De fato, o SMDSSST monitorava a quantidade de treinamentos (sob o pressuposto implícito de que treinamento era algo prioritário para a prevenção de acidentes), embora isso em nenhum momento tenha sido identificado como fator contribuinte em incidentes. Em função disso, é provável que o SMDSSST pudesse ser ajustado, excluindo-se o indicador de quantidade de treinamentos, sem prejudicar a gestão da SST. Devido a relacionamentos desse tipo, não é possível que os dados coletados, nem as respectivas conclusões, sejam rigidamente associados a um ou outro princípio. Assim como ocorreu na apresentação

dos resultados do estudo de caso, os avaliadores têm graus de liberdade nesse aspecto.

Dentre as oportunidades de pesquisa que decorrem diretamente deste estudo, podem ser salientadas: (a) investigar como os princípios podem ser usados em conjunto com métodos existentes de avaliação de desempenho em SST, tais como as auditorias de SGSST; e (b) desenvolver princípios e métodos para o projeto e avaliação de sistemas de informações em SST, que incluam o SMDSSST, mas também envolvam o fluxo informal de informações (por exemplo, entre projetistas e construtores, durante a fase de projeto de uma edificação) relacionado ao assunto. Como uma continuidade da linha de pesquisa mais geral adotada neste trabalho, salienta-se a investigação de como os princípios da ER podem contribuir para a reinterpretação e melhoria de outras práticas de gestão da SST.

Referências

- AHMAD, K.; GIBB, A. Towards effective safety performance measurement: evaluation of existing techniques and proposals for the future. In: ROWLINSON, S. (Ed.). *Construction Safety Management Systems*. London: Routledge, 2004. p. 425-442.
- BAKER, J. *The Report of the BP US Refineries Independent Safety Review Panel*. BP U.S. Refineries Independent Safety Review Panel, 2007.
- BALLARD, G. *The Last Planner System of Production Control*. 2000. Thesis (Doctor of Philosophy)-School of Civil Engineering, University of Birmingham, Birmingham, 2000.
- BOURNE, M. et al. Designing, implementing and updating performance measurement systems. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 20, n. 7, p. 754-771, 2000. <http://dx.doi.org/10.1108/01443570010330739>
- CAMERON, I.; DUFF, R. Use of performance measurement and goal setting to improve construction managers' focus on health and safety. *Construction Management and Economics*, v. 25, n. 8, p. 869-881, 2007. <http://dx.doi.org/10.1080/01446190701268848>
- CILLIERS, P. Complexity, deconstruction and relativism. *Theory, Culture & Society*, v. 22, n. 5, p. 255-267, 2005. <http://dx.doi.org/10.1177/0263276405058052>
- CILLIERS, P. *Complexity and Postmodernism: understanding complex systems*. London: Routledge, 1998.
- CLEGG, C. Sociotechnical principles for system design. *Applied Ergonomics*, v. 31, p. 463-477, 2000. [http://dx.doi.org/10.1016/S0003-6870\(00\)00009-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0003-6870(00)00009-0)
- COSTA, D. et al. Benchmarking initiatives in the construction industry: lessons learned and improvement opportunities. *Journal of Management in Engineering*, v. 22, p.158-167, 2006. [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)0742-597X\(2006\)22:4\(158\)](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)0742-597X(2006)22:4(158))
- COSTELLA, M.; SAURIN, T. A.; GUIMARÃES, L. B. M. A method for assessing health and safety management systems from the resilience engineering perspective. *Safety Science*, v. 47, n. 8, p. 1056-1067, 2009. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2008.11.006>
- DEKKER, S. *Drift into Failure: from hunting broken components to understanding complex systems*. London: Ashgate, 2011.
- DEKKER, S. *Just Culture: balancing safety and accountability*. London: Ashgate, 2007.
- DEKKER, S. *The Field Guide to Understanding Human Error*. Burlington: Ashgate, 2006.
- ENDSLEY, M. Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. *Human Factors*, v. 37, n. 1, p. 32-64, 1995. <http://dx.doi.org/10.1518/001872095779049543>
- ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE – EPRI. *Business Performance Indicators for Nuclear Asset Management*. Palo Alto: Electric Power Research Institute, 2006.
- FAMÁ, C. et al. Critérios de análise de indicadores de segurança e saúde no trabalho: um estudo exploratório. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO – SIBRAGEC, 4., 2009, João Pessoa. *Anais...* Universidade Federal da Paraíba, 2009.
- HENDRICK, H. W.; KLEINER, B. M. *Macroergonomics: an introduction to work system design*. Santa Monica: Human Factors and Ergonomics Society, 2001.
- HINZE, J.; GODFREY, R. An evaluation of safety performance measures for construction projects. *Journal of Construction Research*, v. 4,1, p. 5-15, 2003. <http://dx.doi.org/10.1142/S160994510300025X>
- HINZE, J. *Making Zero Injuries a Reality*. Report 160. Gainesville: Construction Industry Institute, 2002.
- HOLLNAGEL, E. The four cornerstones of resilience engineering. In: NEMETH, C.; HOLLNAGEL, E.; DEKKER, S. (Eds.). *Resilience Engineering Perspectives: preparation and restoration*. Burlington: Ashgate, 2009. p. 117-133. v. 2.
- HOLLNAGEL, E.; NEMETH, C. P.; DEKKER, S. *Resilience Engineering Perspectives: remaining sensitive to the possibility of failure*. Burlington: Ashgate, 2008. v. 1.
- HOLLNAGEL, E.; WOODS, D. D.; LEVESON, N. *Resilience Engineering: concepts and precepts*. London: Taylor & Francis, 2006.
- HOLLNAGEL, E.; WOODS, D. *Joint Cognitive Systems: foundations of cognitive systems engineering*. Boca Raton: Taylor & Francis, 2005. <http://dx.doi.org/10.1201/9781420038194>
- HOPKINS, A. Thinking about process safety indicators. *Safety Science*, v. 47, n. 4, p. 460-465, 2009. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2007.12.006>
- HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE – HSE. *Developing Process Safety Indicators: a step-by-step guide for chemical and major hazards industries*. London: HSE books, 2006.
- KONGSVIK, T.; ALMKLOV, P.; FENSTAD, J. Organisational safety indicators: some conceptual considerations and a supplementary qualitative approach. *Safety Science*, v. 48, n. 10, p. 1402-1411, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2010.05.016>
- LUNDBERG, J.; ROLLENHAGEN, C.; HOLLNAGEL, E. What you find is not always what you fix – how other aspects than causes of accidents decide recommendations for remedial actions. *Accident Analysis and Prevention*, v. 42, p. 2132-2139, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2010.07.003>

- LYNCH, R. L.; CROSS, K. F. *Measure up: yardsticks for continuous improvement*. 2nd ed. Cambridge: Blackwell Business, 1995.
- MITROPOULOS, T.; CUPIDO, G. The role of production and teamwork practices in construction safety: a cognitive model and an empirical study. *Journal of Safety Research*, v. 40, n. 4, p. 265-275, 2009. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsr.2009.05.002>
- MOHAMED, S. Scorecard approach to benchmarking organizational safety culture in construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 129, n. 1, p. 80-88, 2003. [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2003\)129:1\(80\)](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2003)129:1(80))
- NEELY, A. et al. Designing performance measures: a structured approach. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 17, n. 11, p. 1131-1152, 1997. <http://dx.doi.org/10.1108/01443579710177888>
- NEMETH, C.; HOLLNAGEL, E.; DEKKER, S. *Resilience Engineering Perspectives: preparation and restoration*. Burlington: Ashgate, 2009. v. 2.
- PAGE, S. *The Difference: how the power of diversity creates better groups, firms, schools and societies*. Princeton: Princeton University Press, 2007.
- PERROW, C. *Normal Accidents: living with high-risk technologies*. Princeton: Princeton University Press, 1984.
- RASMUSSEN, J. Risk management in a dynamic society: a modeling problem. *Safety Science*, v. 27, n. 2-3, p. 183-213, 1997. [http://dx.doi.org/10.1016/S0925-7535\(97\)00052-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0925-7535(97)00052-0)
- REASON, J. *Managing the Risks of Organizational Accidents*. Burlington: Ashgate, 1997.
- ROBSON, L. et al. The effectiveness of occupational health and safety management system interventions: a systematic review. *Safety Science*, v. 45, p. 329-353, 2007. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2006.07.003>
- ROCHLIN, G. Safe operation as a social construct. *Ergonomics*, v. 42, n. 11, p. 1549-1560, 1999. <http://dx.doi.org/10.1080/001401399184884>
- SAURIN, T. A.; FORMOSO, C. T.; CAMBRAIA, F. B. An analysis of construction safety best practices from the cognitive systems engineering perspective. *Safety Science*, v. 46, n. 8, p. 1169-1183, 2008. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2007.07.007>
- SAURIN, T. A.; CARIM JUNIOR, G. Evaluation and improvement of a method for assessing HSMS from the resilience engineering perspective: a case study of an electricity distributor. *Safety Science*, v. 49, n. 2, p. 355-368, 2011. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2010.09.017>
- SAURIN, T. A.; FORMOSO, C. T.; GUIMARÃES, L. B. M. Safety and production: an integrated planning and control model. *Construction Management and Economics*, v. 22, n. 2, p. 159-169, 2004. <http://dx.doi.org/10.1080/0144619042000201367>
- SINK D. S.; TUTTLE, T. C. *Planejamento e medição para performance*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1993.
- SINK, D. S.; TUTTLE, T. C. *Planning and Measurement in your Organization of the Future*. Norcross: Industrial Engineering and Management Press, 1989.
- WEICK, K.; SUTCLIFFE, K. *Managing the unexpected: assuring high performance in an age of complexity*. San Francisco: Jossey-Bass, 2001.

Principles for designing health and safety performance measurement systems: insights from resilience engineering

Abstract

Although performance measurement is widely recognized as an important health and safety (HS) management practice, it is usually implemented with a reductionist view, emphasizing quantitative data and not adopting an explicit HS philosophy. This study presents eight principles for designing HS performance measurement systems (HSPMS), which have, as a distinctive feature, the adoption of resilience engineering as their underlying paradigm. The use of the principles is illustrated by a case study of the HSPMS of a construction company, in which qualitative data collection techniques were privileged. A set of improvement opportunities was identified in the investigated HSPMS, pointing out how practical insights might be derived from using the principles. Furthermore, the case study provided a basis on which recommendations for assessing the use of the principles in existing HSPMS were drawn.

Keywords

Performance measurement. Health and safety at work. Resilience engineering. Construction industry.