

ação ergonômica volume 8, número 1

PRINCÍPIOS PARA GESTÃO DE PROCEDIMENTOS EM SISTEMAS SÓCIO-TÉCNICOS COMPLEXOS

Santiago Sosa González

sosa_sq@yahoo.com.br

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Tarcisio Abreu Saurin

saurin@producao.ufrgs.br

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Resumo: O objetivo principal deste trabalho é apresentar princípios para a gestão de procedimentos em sistemas sócio-técnicos complexos. Tais princípios foram obtidos através de uma revisão bibliográfica que consistiu da revisão de dois tipos de trabalhos: (a) aqueles que tratavam de recomendações gerais para a gestão de procedimentos, porém sem explicitar um enunciado de princípios de gestão; (b) aqueles que enunciavam princípios de gestão de procedimentos. O artigo apresenta como resultado da pesquisa nove princípios de gestão de procedimentos em sistemas sócio-técnicos complexos.

Palavra Chave: *gestão de procedimentos, sistemas sócio-técnicos.*

Abstract: *The main objective of this paper is to present principles for the management of procedures in complex socio-technical systems. These principles were obtained through a literature review that consisted of the review of two types of work: (a) those that dealt with general recommendations for the management of procedures, but without explicit a statement of management principles, (b) those who enunciate principles of procedure management. The research results in nine principles of procedure management for complex socio-technical systems.*

Keywords: *procedure management, socio-technical systems*

1. INTRODUÇÃO

Entre as ferramentas amplamente utilizadas na gestão da produção se encontra o desenvolvimento de procedimentos padronizados. Historicamente, a padronização ganha reconhecimento e passa a ser estudada a partir de Taylor (1911), que reconhece a necessidade de estabelecer referências para o planejamento e controle da produção, enfatizando, na época, a padronização das tarefas dos operadores de linha de frente. Desde então, diversos autores têm salientado a contribuição da padronização como um meio de reduzir a variabilidade, incorporar boas práticas às rotinas de trabalho, estabelecer um referencial para a melhoria contínua e subsidiar as tarefas de planejamento e controle (CHRISTOFFERSEN; WOODS, 1999; DEKKER, 2005; LIKER, 2005; LIKER; MEIER, 2006).

No âmbito da evolução dos paradigmas de organização dos sistemas produtivos, a padronização atualmente é tratada como um dos elementos fundamentais dos sistemas de produção enxuta, os quais têm sido adotados como referência por empresas de diversos setores (LIKER, 2005; SPEAR; BOWEN, 1999; HAFEY 2010). Contudo, diferentemente da perspectiva Taylorista, a padronização nos sistemas enxutos inclui o envolvimento dos trabalhadores na concepção dos padrões, bem como o pressuposto de que eles devem ser continuamente melhorados. Na visão enxuta, também são claramente definidas quais as características essenciais de um padrão de trabalho operacional, quais sejam a definição das sequências operacionais, tempos de ciclo, resultados esperados e ritmo de produção para atender a demanda. Além disso, espera-se que o padrão esteja visível no local de trabalho em que ele deve ser aplicado, facilitando

a consulta pelos trabalhadores bem como as auditorias de seu uso, normalmente feitas por gerentes (ROTHER e SHOOK, 1998; BLACK, 1998). Vale salientar que essas expectativas acerca do conteúdo de um padrão de trabalho enxuto implicitamente consideram aplicações em atividades de manufatura, normalmente envolvendo tarefas repetitivas e com pobre conteúdo.

No campo dos fatores humanos, o termo padronização frequentemente é substituído pelo termo procedimentos. Contudo, nem todos os procedimentos de trabalho são padronizados, o que leva alguns autores a usarem a expressão procedimentos operacionais padronizados (POPs). Neste artigo, considera-se que um procedimento é padronizado quando o mesmo está documentado e disseminado a todos os seus usuários, esperando-se o uso uniforme por parte dos mesmos. Além disso, um procedimento padronizado é uma rotina planejada previamente a execução da tarefa, com o objetivo de torná-la reproduzível, eficiente, eficaz e segura. De outro lado, os procedimentos não padronizados são geralmente tácitos, ou seja, estão implícitos no ambiente de trabalho e não são verbalizados nem documentados, embora sejam normalmente executados de modo uniforme no âmbito de um determinado grupo de pessoas. Neste artigo, é enfatizado o papel dos procedimentos como barreiras contra acidentes (HOLLNAGEL, 2004), embora seja reconhecido que não é possível dissociar rigidamente a segurança de outras dimensões de desempenho, como eficiência e qualidade.

Apesar da sua reconhecida contribuição, os POPs por vezes necessitam ser adaptados ou simplesmente não podem ou não devem ser cumpridos, a fim de que os objetivos da tarefa sejam alcançados. Dekker (2005)

afirma que isso não se deve à falta de qualificação ou má vontade das pessoas, mas normalmente à incompatibilidade entre os POPs e o contexto em que eles são usados. De fato, os ambientes de trabalho, especialmente em sistemas complexos, possuem uma variabilidade maior que os procedimentos podem incorporar (DEKKER, 2003; DEKKER, 2005; BERGSTROM et al. 2009).

Dentre os exemplos de acidentes catastróficos, cujas causas estão vinculadas a procedimentos, alguns podem ser destacados, tal como a explosão da refinaria da British Petroleum, em Texas City no ano de 2005. No relatório de investigação desse acidente (BAKER, 2007), foi observado que os POPs de partida das unidades não condiziam com o cenário real de operação da refinaria. Devido a isso, alguns operadores utilizavam procedimentos tácitos para realizar a tarefa. A falta de coordenação entre as ações dos operadores que utilizavam procedimentos padronizados, e as ações dos demais que utilizavam os procedimentos tácitos contribuiu decisivamente para a ocorrência do acidente. Exemplos similares são encontrados na literatura da segurança na aviação. Snook (2000) relata o caso de dois helicópteros norte americanos abatidos por fogo amigo no norte do Iraque. Neste caso, os POPs para o abatimento de aeronaves foram devidamente seguidos pelos pilotos dos caças que cometeram os disparos. Contudo, todo o contexto organizacional, incluindo os procedimentos, induziu os pilotos a confundirem helicópteros de forças amigas com outros de forças inimigas.

Em ambientes da indústria, como a automobilística, onde as variabilidades na linha de frente são menores, a utilização de POP é facilitada, podendo se apresentar de forma mais rígida, segundo as características anteriormente citadas acerca de

padrões em ambientes enxutos (LIKER, 2005; HAFEY, 2010). Por outro lado, em ambientes de maior variabilidade, os procedimentos devem ser mais flexíveis e o sistema como um todo, incluindo os procedimentos, deve ser tolerante à um grau de variabilidade que não pode, e muitas vezes, não deve ser eliminado (DEKKER, 2003). Dessa forma fica evidenciada a necessidade de gerenciar os procedimentos de acordo com a complexidade dos sistemas sócio-técnicos em que eles são utilizados. De fato, a compatibilidade entre todos os elementos de um sistema sócio-técnico, bem como entre os elementos e a natureza do sistema no qual eles estão inseridos, é um dos mais importantes princípios de projeto de sistemas sócio-técnicos (CLEGG, 2000). Entretanto, para que seja possível avaliar tal compatibilidade, é necessário que existam referências claras acerca de como os elementos do sistema sócio-técnico, no caso deste estudo os procedimentos, devem ser gerenciados em sistemas complexos.

Embora diversos autores discutam procedimentos em sistemas complexos (DEKKER, 2011; SAGAN, 1993; DEGANI; WIENER, 1997), até o momento essas recomendações não foram compiladas, nem discutidas explicitamente sob a perspectiva de características de sistemas complexos que vem sendo consistentemente citadas por vários estudos. Nesse sentido, o objetivo do presente artigo é compilar as recomendações para gestão de procedimento em sistemas sócio-técnicos complexos, com base em um estudo de revisão bibliográfica.

2. CARACTERÍSTICAS DE SISTEMAS COMPLEXOS

É essencial, para o entendimento do presente trabalho, a diferenciação entre sistemas lineares e sistemas complexos (CILLIERS, 1998). De acordo

com Perrow (1984), em sistemas complexos há um alto grau de interconectividade e interdependência entre os componentes. Nesses sistemas, ocorrem interações não familiares e inesperadas, as quais geralmente não são visíveis e facilmente compreendidas. São exemplos típicos de sistemas complexos as plantas petroquímicas, as usinas nucleares, os hospitais e a aviação. De forma distinta, sistemas lineares são aqueles com baixo grau de interconectividade entre os componentes, nos quais as interações têm claras relações de causa e efeito, sendo familiares e facilmente compreensíveis. Uma linha de montagem de automóveis é um típico exemplo de um sistema linear

A Tabela 1 apresenta uma relação de definições de sistemas complexos, que são apresentadas por autores de reconhecida importância na área de complexidade de sistemas sócio-técnicos. Com base nessa tabela, foram escolhidas as sete características que foram abordadas, de forma explícita ou implícita, por no mínimo três publicações. Essas foram consideradas como propriedades caracterizadoras de um sistema complexo, que são apresentadas a seguir:

- (a) Sistemas complexos são definidos por uma grande quantidade de parâmetros e seus elementos constituintes devem interagir dinamicamente, tanto no caráter físico quanto no informativo. Em função disso, um sistema complexo muda ao longo do tempo (CILLIERS, 1998; PERROW, 1984; PRINGLE, 1951; DEKKER, 2011).
- (b) Sistemas complexos devem possuir uma não linearidade em seu comportamento (CILLIERS, 1998; HEYLIGHEN et al., 2007; DEKKER, 2011).
- (c) Sistemas complexos possuem circuitos fechados (*feedback loops*), ou seja, uma atividade desenvolvida em um determinado momento dentro do sistema pode retroalimentar ela mesma, levando tanto a sua intensificação quanto a sua redução, em função da natureza das interações que ocorrem ao longo do circuito (CILLIERS, 1998; PERROW, 1984; WOODS e HOLLNAGEL, 2005).
- (d) Um sistema complexo é aberto, no sentido de que o ambiente externo exerce influência sobre o mesmo. Sendo assim, há uma contínua troca de energia entre o sistema e o que ocorre ao redor dele (CILLIERS, 1998; PERROW, 1984; DEKKER, 2011).
- (e) Fatos ocorridos no passado influenciam as ações presentes e futuras do sistema, dessa forma o mesmo possui história (CILLIERS, 1998, DEKKER, 2011).
- (f) A tomada de decisões em sistemas complexos ocorre sob substancial incerteza, pois as informações vêm de inferências ou fontes indiretas. Em função disso, é impossível descrever e controlar completamente um sistema complexo (HEYLIGHEN et al., 2007; CILLIERS, 1998; PERROW, 1984; WOODS e HOLLNAGEL, 2005).
- (g) Em sistemas complexos há componentes operando em modo comum, ou seja, quando um componente é utilizado por mais de um elemento simultaneamente e com propósitos diferentes, facilitando a riqueza das interações entre elementos (PERROW, 1984; CILLIERS, 1998; DEKKER, 2011).

Em certos casos, pode-se, equivocadamente, considerar um sistema como sendo complexo quando na realidade ele é simplesmente complicado. Dekker (2011) considera que tanto sistemas complicados

como complexos possuem características em comum, como a de possuir um grande número de interações entre os componentes que os compõem. No entanto, diferentemente dos sistemas complexos, um sistema complicado é totalmente controlável e passível de descrição. Com base na análise de uma série de relatórios de acidentes, Perrow (1984) estima que, mesmo em sistemas complexos, apenas 10% dos elementos possuem interações com características de complexidade. No entanto, se o sistema tem um grande número de elementos, tais 10% podem implicar em um número muito elevado de possíveis interações complexas, as quais têm um potencial consideravelmente superior para causar acidentes sistêmicos quando comparadas às interações lineares.

3 GESTÃO DE PROCEDIMENTOS

3.1 Conceito e Etapas da Gestão de Procedimentos

Hale et al. (2003) definem um sistema de gestão como sendo uma série de passos lógicos que devem ser realizados com a finalidade de planejar, executar, avaliar e controlar a aplicação de determinadas regras. Tratando-se de regras que envolvam segurança operacional, tradicionalmente são utilizados procedimentos que abordam prescrições detalhadas quanto a como agir perante situações antecipadas (BLAKSTAD et al. 2010). No caso desse tipo de documento, com um foco prescritivo, o conhecimento presente advém de experiências práticas com acidentes e eventos críticos (RASMUSSEN, 1997). Hale et al. (2003) desenvolveram um modelo a ser seguido para a gestão de regras de segurança com um foco proativo. No presente artigo, que tem interesse em definir um conceito e etapas da gestão de procedimentos, é usada uma adaptação do modelo de Hale et al. (2003) (Figura 1).

Tabela 1 Características de sistemas complexos propostas por autores clássicos na área de complexidade em sistemas sócio-técnicos.

| Características | Publicações | | | | |
|---|----------------|--------------|-------------------------|-----------------------|--------------|
| | Cilliers, 1998 | Perrow, 1984 | Woods e Hollnagel, 2005 | Heylighen et al. 2007 | Dekker, 2011 |
| Sistemas complexos são definidos por grande quantidade de parâmetros. | X | X | | | X |
| Sistema complexo possui etapas de produção próximas. | | X | | | |
| Sistema complexo possui conexões variadas entre componentes que operam em modo comum sem uma sequência de produção. | X | X | | | X |
| Um sistema complexo exige especialização de pessoal. | | X | | | |
| Elementos devem interagir em um sistema complexo e essa interação deve ser dinâmica. | X | X | | | |
| Sistema complexo possui interações que são não lineares. | X | | | X | X |
| As interações, em um sistema complexo, possuem um alcance relativamente curto. | X | | | | |
| Há circuitos fechados nas interações em sistemas complexos. | X | X | X | | |
| Sistemas complexos são usualmente sistemas abertos. | X | X | | | X |
| Sistemas complexos operam sob condições longe do equilíbrio. | X | | | | X |
| Sistemas complexos têm história. | X | | X | | X |
| Qualquer elemento do sistema é ignorante sobre o comportamento do sistema como um todo. | X | X | X | X | X |

Nessa adaptação, a primeira etapa da gestão de procedimentos é definir em que cenários será aplicado o modelo, ou seja, definir sistemas para realizar estudo. Em um segundo momento, deve-se escolher quais cenários são necessários os princípios para realizar a gestão dos procedimentos. A partir desse momento, deve ocorrer um ciclo contínuo envolvendo as seguintes etapas (a) avaliar quais

princípios são aplicáveis nos cenários escolhidos; (b) aprovar o uso dos princípios de gestão de procedimentos em conjunto com gerência e operação; (c) disseminar, treinar e executar os princípios aprovados; (d) monitorar os princípios de gestão de procedimentos, fazer cumprir e avaliar a sua aplicação; (e) avaliar eventuais melhorias e modificações nos princípios de gestão de procedimentos e retornar à etapa (a).

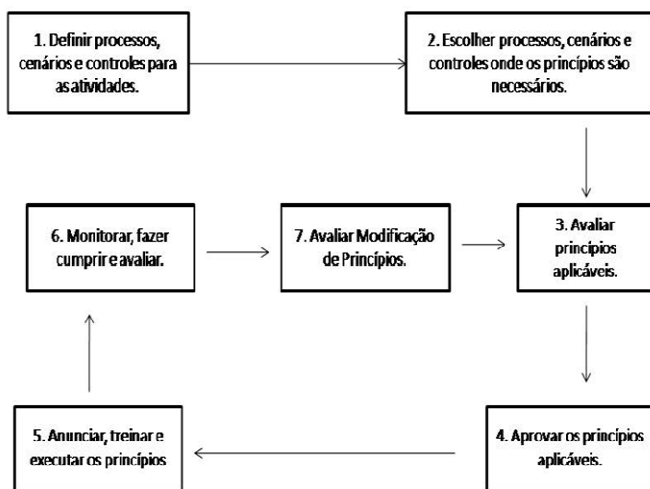


Figura 1 Modelo gráfico para definição de gestão de procedimentos (adaptado de Hale et al. 2003).

2.1 Visão da Produção Enxuta Sobre a Gestão de Procedimentos

Com base no trabalho padronizado, pode-se projetar o trabalho de cada operador, definir uma sequência de operação, bem como identificar e eliminar os desperdícios nas atividades rotineiras (SUZAKI, 1987). A padronização contribui para a eficiência de produção, evitando a recorrência de produtos defeituosos, erros operacionais e acidentes (OHNO, 1988).

Ohno (1997) propõe que três informações constem em um formulário de operação padrão, quais sejam: (a) sequência das atividades, (b) tempo de ciclo de

cada atividade e (c) estoque padrão. Marodin (2009) apresenta uma compilação de requisitos necessários no desenvolvimento de padrões sob a perspectiva enxuta, com base em diversos autores (MILTENBURG, 2001; BLACK, 1998; HARRIS; HARRIS, 2007): (a) explicitação do *takt time*, que é o ritmo de consumo do cliente, definido pela razão entre o tempo disponível para produzir e a demanda do cliente nesse período; (b) explicitação da separação entre o tempo homem e o tempo máquina, as atividades que requerem intervenção dos operadores e aquelas que requerem apenas as máquinas; (c) um desenho do arranjo físico, que inclua a sequência de movimentações dos operadores.

Em que pese a crescente disseminação da visão enxuta acerca de padronização, esta visão não deve ser interpretada como uma verdade absoluta ou fonte de resultados positivos em qualquer instância. Berggren (1992) aponta, em sua análise do sistema Toyota de produção, uma série de aspectos negativos, tais como demanda de desempenho sem limites, excessiva pressão sobre os trabalhadores, dentre outros.

3.3 Visão Sócio-Técnica da Gestão de Procedimentos

Cumprindo uma posição reconciliadora, os princípios de gestão de sistemas sócio-técnicos trazem uma perspectiva diferente da enxuta acerca dos procedimentos padronizados. Segundo Clegg (2000), a teoria sócio-técnica tem em seu cerne a noção de que os sistemas somente podem funcionar satisfatoriamente se o sistema social e o técnico forem tratados como aspectos interdependentes. Aquele autor apresenta dezenove critérios para projetar um sistema segundo uma perspectiva sócio-técnica. Seis desses critérios podem ser destacados

em função do seu impacto sobre o desenvolvimento e gestão de procedimentos:

- a) Projeto deve retratar as necessidades de negócio, usuários e gerência. Assim, os procedimentos devem ser desenvolvidos com base nas necessidades do sistema como um todo, não a de um ponto específico;
- b) O projeto é um processo social. Assim, com base nas relações sociais dentro do sistema, deve ser realizada a gestão dos procedimentos;
- c) Sistemas devem ser simples em sua conformação, possibilitando a visualização de problemas. Assim, a gestão de procedimentos deve ser baseada em princípios compreensíveis e de fácil identificação, com robustez suficiente para encontrar e lidar com problemas;
- d) Problemas devem ser controlados na fonte. Assim a gestão de procedimentos deve ser baseada em princípios claros em todas as etapas desse processo, enfatizando a eliminação de perigos e o equilíbrio entre produção e segurança;
- e) Os projetos devem ser propriedade dos gerentes e usuários. Assim, a concepção de procedimentos bem como a sua gestão deve ser participativa, envolvendo os diversos níveis hierárquicos existentes no sistema;
- f) O projeto envolve educação multidisciplinar. Assim, o desenvolvimento de procedimentos deve envolver perspectivas de diversas áreas, dessa forma agregando para a robustez do mesmo.

3. MÉTODO DE PESQUISA

O desenvolvimento dos princípios de gestão de procedimentos foi realizado com base em uma revisão bibliográfica. Os resultados foram analisados segundo uma estrutura analítica explícita.

A revisão da literatura enfatizou publicações de autores de reconhecida importância na área de gestão da segurança em sistemas complexos, priorizando suas publicações em livros e periódicos internacionais no campo de ergonomia. Esses periódicos foram acessados a partir de portais como Emerald, CAPES e Scielo, utilizando as seguintes palavras-chaves: procedimentos, complexidade, adaptabilidade, sistemas sócio-técnicos complexos, padronização.

Dentre os periódicos selecionados, foram selecionados os artigos com contribuições teóricas referentes à gestão de procedimentos. Em linhas gerais, os artigos foram classificados em dois grandes grupos: (a) aqueles que tratavam de recomendações gerais para a gestão de procedimentos, porém sem explicitar um enunciado de princípios de gestão (por exemplo, DEKKER, 2005; CHRISTOFFERSEN e WOODS, 1999; HOLLNAGEL 2004); (b) aqueles que enunciavam princípios de gestão de procedimentos (por exemplo, DEKKER, 2003; DEGANI; WIENER, 1997; BERGSTROM et al., 2009). Em ambos os grupos, os autores não discutiam as recomendações e / ou princípios explicitamente sob a perspectiva da teoria da complexidade, bem como não havia a visão de procedimentos como algo a ser inserido em um ciclo de gestão, mas apenas como documentos estáticos. Também vale salientar que foram excluídas aquelas publicações com recomendações para a padronização do trabalho de operadores de linha de frente na indústria da manufatura, tendo em vista que esse ambiente é relativamente menos complexo do que aqueles enfatizados neste trabalho.

A fim de facilitar a criação e o entendimento dos nove princípios desenvolvidos, eles foram divididos em quatro categorias, quais sejam: (a) princípios associados à filosofia de gestão dos procedimentos; (b) princípios associado ao processo de concepção dos procedimentos; (c) princípios associados ao conteúdo dos procedimentos e; (d) princípios associados ao monitoramento de procedimentos.

Apresentados os princípios de gestão de procedimentos em sistemas complexos, é desenvolvida uma discussão de quais princípios de procedimentos são necessários para sistemas que possuem cada uma das características de sistemas complexos. Dessa forma é possível avaliar, para diferentes sistemas, quais princípios de procedimentos que devem ser empregados. Com a finalidade de possuir uma estratégia de análise de resultados, um mapa conceitual foi elaborado, contendo as informações das características de complexidade vinculadas aos princípios de gestão de procedimentos em sistemas complexos.

4 PRINCÍPIOS DE GESTÃO DE PROCEDIMENTOS EM SISTEMAS COMPLEXOS

5.1 Princípios Associados à Filosofia de Gestão dos Procedimentos

5.1.1 Os procedimentos são concebidos como um suporte à tomada de decisão, não sendo, necessariamente, interpretados como uma norma rígida.

Procedimentos operacionais padronizados possuem limitações, sendo impossível mesmo para o projetista mais experiente, prever todas as situações anormais que podem ocorrer. Em sistemas complexos, há a

ocorrência de eventos onde nenhuma resposta é previamente planejada (CHRISTOFFERSEN; WOODS, 1999). Nessas circunstâncias, os procedimentos não devem conduzir a simples rotinas a serem seguidas (SUCHMAN, 1987). Sendo assim, procedimentos devem ser interpretados como recursos para realizar a tarefa, não como a tarefa em si. Esta questão é exemplificada no acidente fatal do vôo Swissair 111, onde os pilotos decidiram seguir os procedimentos quando detectaram a presença de fumaça no *cockpit*. Os procedimentos orientavam para a procura da origem da fumaça, o que acabou sendo cumprido pelos pilotos ao invés de tratar de extinguir o fogo ou aterrissar a aeronave. Dessa forma o avião terminou por ser consumido pelas chamas (BURIAN; BASHIR, 2003). Neste caso, ter seguido o procedimento é identificado como sendo um problema ao invés de uma solução do acidente.

5.1.2 Os procedimentos são interpretados como um dos recursos para garantir o desempenho esperado, não necessariamente como o único ou o principal recurso.

Procedimentos são investimentos em segurança, no entanto, em muitas situações eles não são suficientes para criá-la (DEKKER, 2003). Partindo dessa definição é possível enquadrar essa visão de procedimento ao que Hollnagel (2004) caracteriza como procedimento cumprindo o papel de barreira imaterial preventiva, que conforme o autor são aquelas barreiras organizacionais que não necessitam estarem presentes ou representadas no sistema, porém dependem do conhecimento do usuário que pretende cumprir com suas tarefas. Por mais que os procedimentos levem em consideração, boa parte das recomendações apresentados neste trabalho, o desempenho esperado não será alcançado caso as interfaces homem-máquina e o sistema de troca de

informações não contribuirão para uma correta interpretação situacional. Da mesma forma, a eficácia da tarefa será dificultada caso os recursos técnicos, como ferramentas e equipamentos com manutenção em dia, forem deficientes.

5.1.3 Deve existir uma capacitação, por meio de estratégias formais e informais, para os operadores perceberem quando é necessário adaptar procedimentos ou como agir em caso de não aplicabilidade dos mesmos.

Dekker (2011) defende que a habilidade para adaptar procedimentos deve ser desenvolvida. Sendo assim, se obterá pessoas capazes de ponderar os riscos de adaptar ou não adaptar os procedimentos. A capacitação através de treinamentos ou até mesmo a não punição devido à adaptação de procedimentos deve ser uma prática presente em organizações que lidam com sistemas complexos.

O desenvolvimento das habilidades de adaptar procedimentos é interpretado como um conjunto de habilidades não técnicas. Essas habilidades são caracterizadas pelos recursos pessoais, sociais e cognitivos de um indivíduo ou equipe, dessa forma contribuindo para um desempenho satisfatório da atividade (FLIN; O'CONNOR, CRICHTON, 2008). Com a finalidade de implementar uma capacitação voltada a adaptação de procedimentos, tais habilidades devem ser identificadas e treinadas em cada sistema. Um estudo (CRANDALL et al., 2006) demonstra que a identificação das habilidades não técnicas se dá através da busca por entender e descrever o trabalho sob a ótica do trabalhador, como os mesmos enxergam seu trabalho e como os eventos e elementos fazem sentido para eles.

5.2 Princípio Associado ao Processo de Concepção dos Procedimentos

5.2.1 Os procedimentos são concebidos e avaliados por uma equipe multifuncional, de forma a incorporar perspectivas diversas na sua gestão.

Procedimentos devem ser desenvolvidos e planejados de acordo a filosofias e políticas condizentes com o meio operacional aonde esses serão aplicados (DEGANI; WIENER, 1997). Dessa forma, se torna importante a presença de uma equipe de profissionais possuidores de significativa experiência operacional no desenvolvimento e gerenciamento do conteúdo dos procedimentos. Clegg (2000), em um de seus critérios de design de sistemas sócio-técnicos, explicita que esse é um processo que deve envolver uma equipe multidisciplinar. Dessa forma se é capaz de incorporar distintas perspectivas de uma mesma tarefa. Também para garantir a contextualização dos procedimentos com o sistema em que estão inseridos, é fundamental uma política de revisão periódica dos mesmos, seguindo uma visão advinda de processos de melhoria contínua conforme Liker (2005). A necessidade de uma equipe multifuncional decorre do fato de que múltiplas perspectivas são possíveis e necessárias para interpretar um sistema complexo (PAGE, 2007). Sistemas complexos possuem uma diversidade de elementos e interações (CILLIERS, 1998; PERROW; 1984; PRINGLE, 1951; DEKKER, 2011), dessa forma essa diversidade deve ser incorporada no momento de concepção dos procedimentos.

5.3 Princípios Associados ao Conteúdo dos Procedimentos

5.3.1 O conteúdo dos procedimentos explicita suas relações de dependência com outros elementos do

sistema sócio-técnico, salientando os motivos e impactos dessas relações.

Os impactos sistêmicos dos procedimentos deveriam, ao menos parcialmente, ser antecipados na sua concepção. Os procedimentos possuem interações com outros elementos do sistema sócio-técnico, sendo que essas interações podem ser benéficas ou prejudiciais (DEGANI; WIENER, 1997). Esse princípio tem, como contribuição principal, induzir os projetistas e usuários dos procedimentos, ao pensamento sistêmico, visando se contrapor à tendência de que a racionalidade local seja muito limitada.

5.3.2 Os procedimentos explicitam as características do contexto organizacional em que eles são válidos, assim como as características do contexto organizacional que podem levar a necessidades de adaptação ou mesmo de não conformidade.

Procedimentos são aplicados dentro de um contexto sócio-técnico. Em ambientes de maior complexidade, a dinâmica do sistema resulta em frequentes modificações das características organizacionais (PERROW, 1986; CILLIERS, 1998; WOODS; HOLLNAGEL, 2005). Dessa forma, algumas das modificações mais previsíveis, bem como os limites de aplicabilidade dos procedimentos, podem ser explicitadas no seu conteúdo, tendo em vista facilitar a identificação de situações que exigem adaptações ou mesmo a não conformidade. Exemplo de condições que necessitam ser tratados nos procedimentos é a execução de tarefa em condições anômalas, como nos casos de ter que atuar com indisponibilidade de recursos técnicos ou atividades em situações em que o sistema se encontra com alta variabilidade, podendo envolver riscos a segurança e integridade física.

5.4 Princípios Associados ao Monitoramento de Procedimentos

5.4.1 A cultura organizacional, ou seja, o sistema de comportamentos, normas e valores sociais de uma organização, reconhece que as diferenças entre os procedimentos e o trabalho real podem ser, frequentemente, legítimas e normais.

Procedimentos são inevitavelmente incompletos, contendo descrições abstratas, e justamente por isso, sua aplicação exige um conjunto de habilidades cognitivas, tais como reconhecer pontos de inconsistência no procedimento, ponderar riscos e adaptá-lo (BERGSTROM et al., 2009). Assim, especialmente em sistemas complexos, o procedimento não pode ser considerado como o trabalho em si. O trabalho também requer julgamentos locais, que levem em consideração o tempo para realizar a tarefa, a relevância e os *trade-offs*, dentre outros fatores. Portanto, as organizações devem reconhecer que, em sistemas complexos, as diferenças entre procedimentos e o trabalho real podem ser, frequentemente, legítimas e normais. Contudo, vale salientar que essas diferenças dependem das variabilidades existentes no sistema em cada momento, de modo que, mesmo em sistemas complexos, o cumprimento de procedimentos também pode ser parte da rotina normal durante longos períodos (DEKKER, 2011).

5.4.2 As diferenças entre os procedimentos e o trabalho real devem ser monitoradas, visando aproximar o trabalho prescrito e o real.

A diferença entre os procedimentos e as ações no mundo real deve ser monitorada, tendo em vista entender as razões de sua existência, sem necessariamente buscar sua eliminação (DEKKER,

2003). De fato, o monitoramento dos procedimentos é tão importante quanto a sua concepção, contribuindo para aproximar o trabalho prescrito e o real. Dekker (2003) defende que a diferença entre os procedimentos e a ação real é fruto da incapacidade das organizações em prover recursos como tempo, ferramentas e documentos necessários para alcançar o desempenho esperado da tarefa. Tal monitoramento pode ser realizado de diversas formas, como se utilizando de medições de desempenho, avaliando a aplicação das tarefas no ato, controlando relatórios de incidentes e anomalias. O modo mais adequado para realizar tal monitoramento é vinculado diretamente com as características do sistema que se pretende monitorar, dessa forma ele deve variar caso a caso.

5.4.3 O descumprimento de procedimentos não é, necessariamente, um erro humano e nem algo passível de punição.

Procedimentos devem possuir uma capacidade de lidar com a contribuição da cognição humana, dessa forma não sendo interpretados como uma regra absoluta no desenvolvimento de tarefas. Pariès (2011) descreve o caso da aeronave que em 2009 foi obrigada a realizar um pouso forçado no rio Hudson em Nova York, fato provocado pela falha de dois motores atingidos por um bando de aves. Naquela crítica situação, os procedimentos padronizados não foram completamente seguidos pelos pilotos, sendo a experiência do comandante e sua consciência situacional fundamentais no processo de tomada das decisões sensatas que acabaram por garantir a segurança e eficácia na operação, onde foi decidido realizar um pouso forçado na água, ao invés de seguir o procedimento de se deslocar para um aeroporto mais próximo. Casos similares são encontrados na literatura como em Snook (2000) que trata do

abatimento de duas aeronaves amigas em uma operação militar, fato causado por diversos fatores sistêmicos incluindo os procedimentos que eram falhos. Carley (1999) trata de um acidente onde a decisão de não adaptar os procedimentos e segui-los conforme estava nos manuais no caso de fogo na aeronave custou a vida de toda uma tripulação. Dessa forma, em sistemas complexos o descumprimento de um procedimento não é necessariamente uma violação, ele pode representar uma solução particular a alguma situação inesperada.

Autores (DEKKER, 2005; PERROW, 1984) discutem a questão do erro humano, levantando a questão de que quando avaliado o resultado de eventos críticos, se interpretado na racionalidade local de quem estava executando a tarefa, normalmente não são encontrados erros, devido ao fato de que as ações e decisões faziam sentido em tais circunstâncias. Sendo assim, o erro é sistêmico e não pode ser atribuída sua culpa a um único elemento do sistema, no caso o homem que executa a tarefa. O erro pode advir de diversos fatores que integram um sistema produtivo, como por exemplo, comunicação, procedimentos, gerenciamento de tarefas e até mesmo das condições de trabalho, como carga horária excessiva, ambiente insalubre entre outros.

4. DISCUSSÕES

Dentre as características de complexidade abordadas no presente trabalho, o fato de sistemas complexos serem definidos por grande quantidade de parâmetros, além do fato de seus elementos constituintes interagirem dinamicamente (CILLIERS, 1998; PERROW; 1984; PRINGLE, 1951; DEKKER, 2011), é um exemplo de características, que provoca uma quebra de paradigma da gestão de procedimento em sistemas complexos com a abordada em sistemas

lineares. As frequentes interações, sendo que algumas delas não lineares (CILLIERS, 1998; HEYLIGHEN ET AL., 2007; DEKKER, 2011), induz o executante das tarefas a não seguir os procedimentos de maneira rígida, por o sistema apresentar-se eventualmente em um estado distinto ao que consta nos procedimentos (DEKKER, 2011). A diferença existente entre o que consta no procedimento e o que de fato está acontecendo no sistema no momento de executar a tarefa, serve de argumento na criação de dois princípios: (a) o procedimento não deve ser interpretado como uma regra rígida e sim como um suporte flexível; (b) a não penalização pelo descumprimento de procedimentos (DEKKER, 2005; PERROW, 1984).

Da mesma forma, outras características de complexidade, como por exemplo, o fato de sistemas complexos sofrerem influência, tanto do sistema externo quanto da sua história (CILLIERS, 1998; PERROW, 1984; DEKKER, 2011), reflete na necessidade de princípios de gestão de procedimentos nesse tipo de sistema, como na explicitação de em quais condições operacionais os procedimentos devem ser adaptados ou não, assim como na capacitação de como adaptar os procedimentos frente a possíveis influências externas.

A Figura 2 representa um mapa conceitual que sintetiza a relação dos princípios de gestão de procedimentos em sistemas complexos, com as características desse tipo de sistema. Na Figura 2, as expressões destacadas em verde estão relacionadas com as características de sistemas complexos, enquanto as destacadas em amarelo representam as relacionadas com gestão de procedimentos. As características de complexidade, bem como, os princípios de gestão de procedimentos, não estão expostas de modo explícito, ficando evidenciadas

através do agrupamento de duas ou mais expressões. Por exemplo, o princípio “Gestão de procedimentos em sistemas complexos deve tratar procedimento como um dos vários recursos para operação” é composto pelo agrupamento de quatro expressões.

7. CONCLUSÕES

Os procedimentos são tidos como importante ferramenta em diversos domínios. Contudo sua aplicação é comprometida, devido à impossibilidade de sua aplicação e necessidade de adaptação do mesmo em determinados momentos. Essas situações são encontradas com maior frequência em sistemas complexos. A fim de trazer contribuições nesse âmbito, o objetivo do presente artigo é o desenvolvimento de princípios para a gestão de procedimentos em sistemas complexos.

Através de uma revisão da literatura, foram obtidos nove princípios de gestão de procedimentos em sistemas complexos. Após essa etapa foram relacionados as características de sistemas complexos com os princípios de gestão de procedimentos em esse tipo de sistema. Através dessa relação é possível desenvolver um modelo sistemático para a avaliação de quais princípios devem ser contemplados de acordo com quais características de sistemas complexo o sistema em estudo apresenta. Ficando também como recomendação a revisão da relação entre os princípios de procedimentos e as características de complexidade por um grupo de especialistas.

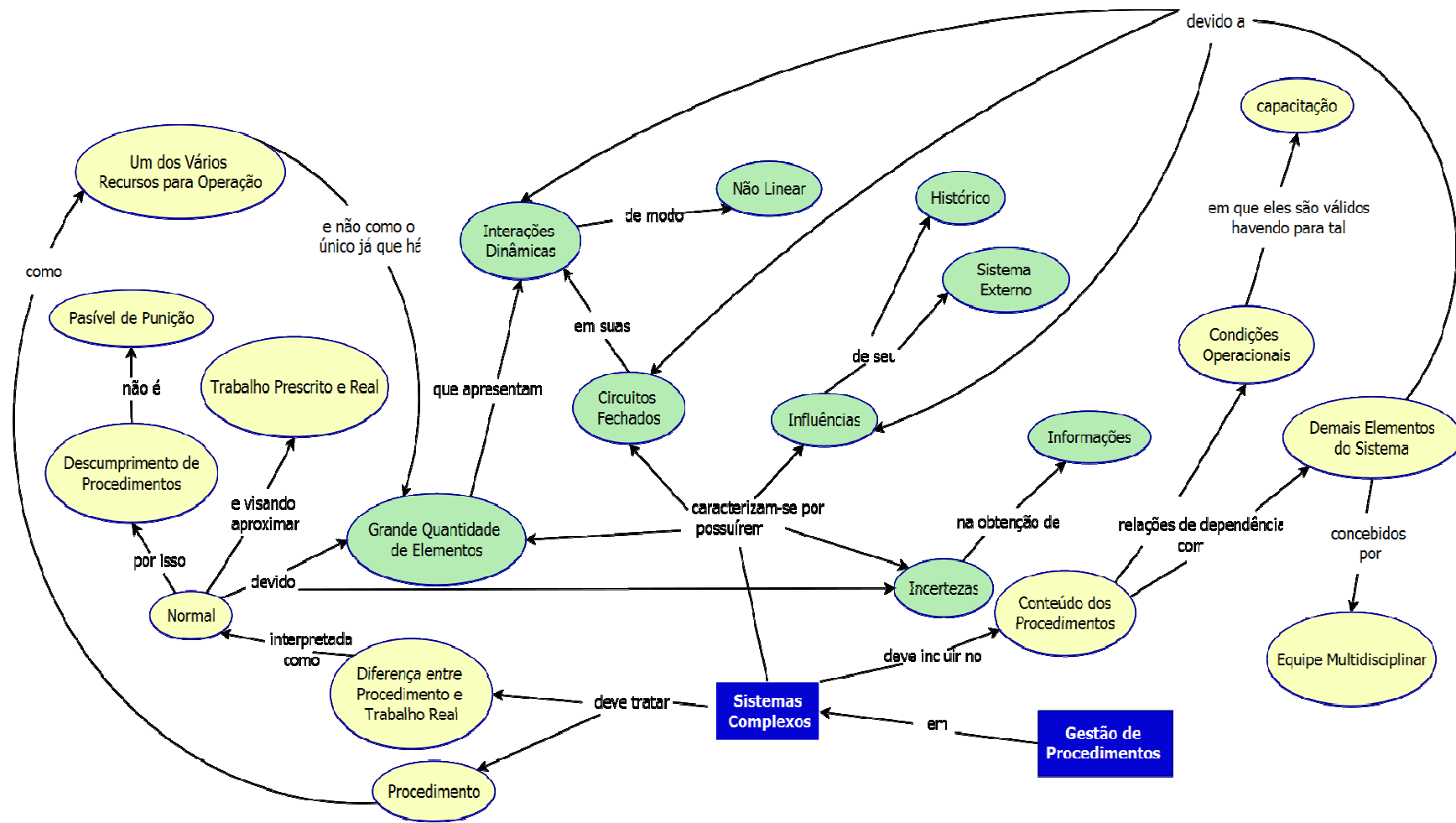


Figura 2 Mapa Conceitual da Relação dos Princípios de Procedimentos em Sistemas Complexos e as Características desse Tipo de Sistema.

8. REFERÊNCIAS

- BAKER J. The Report of The BP U.S. Refineries. Independent Safety Review Panel, 2007.
- BERGGREN, C. Alternatives to lean production: work organization in the Swedish auto industry, School of Industrial and Labor Relations, Cornell University Ithaca New York. 1992.
- BERGSTROM J., DAHLSTROM N., WINSEN R., LUTZHOF M., DEKKER S., NYCE J. Rule – and Role – Retreat : an Empirical Study of Procedures an Resilience. *Journal of Maritime Research*, Vol. VI, 2009.
- BLACK T. O projeto da fábrica com futuro. Porto Alegre: ArtesMédicas, 1998.
- BLAKSTAD, H. HOVDEN J. ROSNESS R. Reverse invention: An inductive bottom-up strategy for safety rule development. A case study of safety rule modifications in the Norwegian railway system. Elsevier, *Safety Science* vol. 48 pg. 382–394, 2010.
- BURIAN, B.; BARSHI, I. Emergency and Abnormal Situations: A Review of ASRS Reports. 12th International Symposium on Aviation Psychology. Wright State University Press, Dayton, Ohio, 2003.
- CARLEY, W., Swissair pilots differed on how to avoid crash. *Wall Street J.*, January 21, 1999.
- CHRISTOFFERSEN K., WOODS D. The Occupational Ergonomics Handbook, CRC Press LCC, 1999.
- CILLIERS P. Complexity and Postmodernism – Understanding complex systems. Routledge, Oxon, 1998.
- CLEGG C. Sociotechnical principles for system design. Elsevier, *Applied Ergonomics*. p. 463 -477 Vol. 31, 2000.
- CRANDALL, B.; KLEIN, G.; HOFFMAN, R. Working Minds: A Practitioner’s Guide to cognitive Task Analysis. Cambridge: The MIT Press, 2006.
- DEGANI A., WIENNER E. Procedures in Complex Systems: The Airline Cockpit. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics Part A: Systems and Humans*, Vol. 27 No. 3, 1997.
- DEKKER S. Drift into Failure – From Hunting Broken Componets to Understanding Complex Systems, Ashgate, 2011.
- DEKKER S. Ten Questions About Human Error- A New View of Human Factors and System Safety. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers New Jersey, 2005.
- DEKKER S. Failure to adapt or adaptations that fail: contrasting models on procedures and safety, Elsevier, *Applied Ergonomics* 34 (2003) 233–238, 2003.
- FLIN, R.; O’CONNOR, P.; CRICHTON, M. Safety at the sharp end: a guide to Non-Technical Skills. Hampshire/Burlington: Ashgate, 2008.
- HALE L.; HOUSEHOLDERJ.; GREENDE, L. The theory of reasoned action. Em J.P. DILLARD J.; PFAU M. (Eds.), *The persuasion handbook: Developments in theory and practice* (pp. 259–286). Thousand Oaks, CA: Sage. 2003.
- HAFEY R. Lean Safety, New York: Taylor and Francis Group, 2010.
- HARRIS, C.; HARRIS, R. Developing a lean workforce: a guide for human resources, plant managers, and lean coordinators. New York: Productivity Press, 2007.
- HEYLIGHEN, F. CILLIERS, P., & GERSHENSON, C. Complexity and Philosophy. *Complexity, Science and Society*. Oxford, UK: Radcliffe, 2007.
- HOLLNAGEL E. Barriers and Accident Prevention. Aldershot, UK: Ashgate, 2004.

- LIKER, J. O Modelo Toyota – 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- LIKER, J. K., MEIER D. O Modelo Toyota - Manual de aplicação. Porto Alegre Bookman, 2006.
- MARODIN G. A. Diretrizes para avaliação da utilização de práticas de produção enxuta em células de manufatura. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Escola de Engenharia, UFRGS. Porto Alegre, 2008.
- MILTENBURG, J. U-shaped production lines: A review of theory and practice. *International Journal of Production Economics*. Vol. 70, p. 201-214, 2001.
- OHNO, T. O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala. Porto Alegre: ArtesMédicas, 1997.
- PAGE S. *The Difference – How the Power of Diversity Creates Better Groups, Firms Schools, and Societies*, Princeton University Press, 2007.
- PARIÈS J. Lessons from the Hudson. Em *Resilience Engineering in Practice*, Ashgate Studies in Resilience Engineering, 2011.
- PERROW C. *Normal Accidents: Living with High-Risk Technologies*, Basic Books, New York, 1984.
- PRINGLE J. On the Parallel between Learning and Evolution, *Behaviour*, vol. 3, 1951.
- RASMUSSEN J. Risk Management in a Dynamic Society: a Modelling Problem. *Safety Science* Vol. 27, No. 2/3, pp. 183-213, 1997.
- ROTHER M., SHOOK J. *Learning to see: value stream mapping to create value and eliminate MUDA*. Massachusetts : Brookline, 1998.
- SAGAN S. *The Limits of Safety: Organizations, Accidents, and Nuclear Weapons*. Princeton, Princeton University Pres, 1993.
- SNOOK S. *Friendly Fire: The accidental shoot down of U.S. Black Hawks over northern Iraq*. Princeton University Press, 2000.
- SPEAR, S., BOWEN, K. *Decoding the DNA of the Toyota Production System*. Harvard Business Review, 1999.
- SUCHMAN L. *Plans and Situated Actions: the problem of human-machine communication*, Cambridge University Press, 1987.
- SUZAKI, K. *The new manufacturing challenge*. New York: Free Press, 1987.
- TAYLOR, F. *Princípios da Administração Científica*. São Paulo; Atlas, 2010
- WOODS D., & HOLLNAGEL E. *Joint and Cognitive Systems An Introduction to cognitive Systems Engineering*, New York CRC Press Taylor & Francis Group, 2005.