

TÉCNICAS DE ELICITAÇÃO DE CONHECIMENTO TÁCITO:

um estudo de caso aplicado a uma Empresa do Ramo Metalúrgico

Claudio R. Rosário*
Liane Mahlmann Kipper**
Rejane Frozza***

RESUMO

O presente trabalho apresenta a teoria e a aplicação de algumas técnicas de elicitação de conhecimento tácito adaptadas à realidade da empresa estudada para explicitar o conhecimento de um grupo de mecânicos de produção de uma empresa metalúrgica do ramo de embalagens metálicas. Após a elicitação dos conhecimentos, os mesmos foram representados em forma de regras de produção (algoritmos simbólicos) elaboradas para auxiliar na forma de identificação de causas de defeitos no processo produtivo. Para estruturar a pesquisa e sequência lógica da aplicação das técnicas de elicitação de conhecimento, foi utilizada a técnica da Sistemografia, que preconiza o pensamento sistêmico como forma de observação de fenômenos complexos e modelagem de objetos nas organizações. Destaca-se que a metodologia de elicitação de conhecimento tácito obteve êxito, pois a partir desta aplicação, foram elaboradas 76 regras de produção para o processo de soldagem da embalagem e 65 regras de produção para o processo de aplicação de vedante, totalizando 141 regras de produção. Estas regras de produção configuram em uma base de conhecimento explícito, o que antes não existia na organização.

Palavras-Chave: Aquisição de conhecimento. Conhecimento tácito e explícito. Técnicas de elicitação do conhecimento.

* Mestre em Sistemas e Processos Industriais pela Universidade de Santa Cruz do Sul, Brasil. Professor no Centro Universitário Univates, Brasil. Coordenador de Controle de Qualidade na Empresa Brasilata Embalagens Metálica S/A, Brasil.
E-mail: Claudio.EQS@brasilata.com.br.

** Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil. Docente permanente no Programa de Pós-Graduação em Sistemas e Processos Industriais e professora titular da Universidade de Santa Cruz do Sul Brasil.
E-mail: liane@unisc.br.

*** Doutora em Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil. Professora Adjunta da Universidade de Santa Cruz do Sul, Brasil.
E-mail: frozza@unisc.br.

I INTRODUÇÃO

O conhecimento tornou-se um dos fundamentais recursos para as organizações, desde o momento em que ocorreu a troca de uma economia industrial para uma economia global extremamente competitiva (DALFOVO *et al.*, 2010). Diante disto, desenvolver formas e metodologias para seu gerenciamento é vital para a determinação da vantagem competitiva de uma organização. Não se pode gerenciar aquilo que não se

conhece, assim o estudo de técnicas de elicitação do conhecimento é fator inicial para esta proposição. Para Silva (2004), e Kim (2011), conhecimento explícito é formal, pode ser comunicado e partilhado, já o conhecimento tácito está relacionado com os modelos mentais, crenças e perspectivas dos indivíduos de forma cognitiva. Sabe-se que as organizações têm o desafio de abstrair o conhecimento tácito dos seus funcionários, tornando-o o mais decodificado possível, próximo do explícito (MIRANDA *et al.*, 2008). Os mesmos autores

comentam que não se deve priorizar um ou outro conhecimento, mas sim integrá-los. Hanashiro e Cleto (2007) defendem que o conhecimento tácito é um grande potencial para trazer vantagem competitiva para as empresas, possibilitando ganhos em termos de produtividade, qualidade e custo. Acrescentam ainda que, a gestão de conhecimento significa organizar e sistematizar, em todos os pontos de contato, a capacidade da empresa em captar, gerar, analisar, utilizar, disseminar e gerenciar a informação.

Assim, o objetivo do estudo é, por meio de técnicas de elicitação de conhecimento tácito, tornar o conhecimento explícito e após representá-lo em forma de algoritmos simbólicos, com vistas à modelagem de um sistema especialista (sistema de apoio à decisão) para auxiliar na investigação de causas de defeitos durante o processo produtivo de embalagens metálicas. Para que isto aconteça, a metodologia científica para estruturação da sequência de atividades para a elicitação do conhecimento tácito junto ao processo produtivo analisado baseou-se na técnica de sistemografia que permite abordar, entender e interpretar um fenômeno complexo de forma sistêmica. Segundo Miranda *et al.* (2008) a produção de dados e informação, bem como a geração de conhecimento, não são suficientes para que se diga que há gestão do conhecimento. Para isto é necessária a aplicação de métodos e técnicas que operacionalizem a utilização do conhecimento na tomada de decisão. Assim, para compreender a sequência das atividades do processo, foram utilizadas ferramentas de qualidade como *Brainstorming*, Gráfico de Pareto e Diagrama de Ishikawa, ferramentas normalmente utilizadas para auxiliar na resolução de problemas em processos industriais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção apresenta a base teórica referente aos principais temas envolvidos no desenvolvimento do estudo tais como: o conhecimento tácito, as ferramentas da qualidade, as técnicas de elicitação de conhecimento e a sistemografia enquanto abordagem metodológica e sistêmica para observação de fenômenos complexos.

2.1 Conhecimento tácito

Conhecimento é uma mistura fluida de experiência condensada, valores, informação contextual e *insight* experimentado, a qual proporciona uma estrutura para a avaliação e incorporação de novas experiências e informações (DAVENPORT; PRUSAK, 2003). Este conceito sobre conhecimento nos revela que ele tem origem e habita a mente das pessoas ou dos agentes que executam um processo e isto demonstra a importância de compreender o que é conhecimento tácito e como ele pode ser utilizado enquanto diferencial para as organizações.

Segundo os autores Oliveira (2005) e Freitas (2006) uma das principais referências teóricas para a noção de conhecimento tácito é Michael Polanyi (1891-1976). Este filósofo ajudou a aprofundar a contribuição do saber tácito para a gênese de uma nova compreensão social e científica da pesquisa. Para Polanyi (1967) o conhecimento tácito é: espontâneo, intuitivo, experimental, conhecimento cotidiano, inclui uma gama de informações conceituais e sensoriais, imagens que podem ser exercidas em uma tentativa de dar sentido a algo. Estes elementos cognitivos do conhecimento tácito referem-se a modelos mentais, tais como esquemas, paradigmas, perspectivas, crenças e pontos de vista através dos quais os indivíduos percebem e definem o seu mundo. Uma característica do conhecimento tácito está na lógica pré-formada e pessoal da forma de pensamento para execução de alguma atividade.

Ainda segundo Polanyi (1967), deve-se entender a dimensão do conhecimento tácito a partir do fato de que é possível saber mais do que é possível dizer, expor verbalmente. A partir desse pressuposto, o autor ainda afirma que o conhecimento é sempre de âmbito pessoal, não podendo ser representado ou codificado em sua íntegra, pois cada indivíduo em qualquer tema sabe muito mais do que consegue codificar ou explicitar em palavras. Pode-se considerar que o conhecimento tácito é utilizado para a construção de modelos ou teorias, ou seja, é a partir deste conhecimento que se pode criar modelos da realidade.

Nonaka e Takeuchi (1997) pesquisaram o trabalho de Polanyi e dividiram a dimensão do conhecimento em dois grupos: conhecimento tácito e conhecimento explícito. Para Nonaka e Takeuchi (1997) para que haja a criação do conhecimen-

to na organização é necessário que seja convertido de tácito para explícito e vice e versa, por meio de quatro modos: socialização, externalização, internalização e combinação. A partir dessas conversões, cria-se um novo tipo de conhecimento: na socialização cria-se o conhecimento compartilhado; na externalização, o conhecimento conceitual; na internalização, o conhecimento operacional, e na combinação, origina-se o conhecimento sistêmico. A externalização de conhecimento tácito em conhecimento explícito utiliza de metáforas, analogias, conceitos, hipóteses ou modelos como ferramentas de apoio para tal conversão. Neste sentido, Leite (2007) ressalta o aspecto relacionado à maneira informal de comunicação ou explicitar o conhecimento tácito ou intangível. Segundo o autor, a comunicação informal possui características que a permitem veicular o conhecimento tácito, porém sem indicar em que dimensão. Acrescenta-se ainda o que comenta Miranda *et al.* (2008) reforçando que entre o tácito e o explícito, não existe um conhecimento mais importante que o outro, mas sim é importante determinar métodos de integrá-los em um ciclo dinâmico de produção do conhecimento vital para o bom funcionamento de uma organização.

2.2 Ferramentas da qualidade

Utilizadas para desenvolver, implementar, monitorar e melhorar os preceitos da qualidade nas organizações, os programas e as ferramentas da qualidade representam aparatos necessários para que os Sistemas de Gestão da Qualidade obtenham máxima eficiência e eficácia (BAMFORD; GREATBANKS, 2005; ALSALEH, 2007). Para Kume (1993), vários métodos devem ser aplicados conjuntamente na resolução de problemas, sendo a combinação de um gráfico de Pareto, seguido da aplicação de um *Brainstorming* para elaboração de um diagrama de Ishikawa (causa-e-efeito) particularmente útil para o entendimento do conhecimento que flui em um processo. Seguem as definições sobre as três ferramentas utilizadas neste trabalho para auxiliar no processo de elicitación do conhecimento.

2.2.1 Brainstorming

Para Brassard (1985), Oliveira (1995) e Aguiar (2002), *Brainstorming* é uma ferramenta

que auxilia a descoberta das causas de um problema utilizando o conhecimento das pessoas sobre o assunto em estudo. Destina-se à geração de ideias/sugestões que permitam avanços significativos na busca de soluções de problemas. Khanna (2009) e Banford; Greatbanks (2005) acrescentam ainda que esta técnica pode ser entendida como um processo de grupo em que os indivíduos emitem ideias de forma livre, em grande quantidade, sem críticas e no menor espaço de tempo possível.

Neste trabalho o *Brainstorming* foi utilizado durante as reuniões com os mecânicos de produção juntamente com as técnicas de elicitación do conhecimento.

2.2.2 Gráfico de Pareto

É uma ferramenta gráfica e estatística que organiza e identifica os dados de acordo com suas prioridades, como, por exemplo, pela decrescente ordem de frequência (CHILESHE, 2007; HAGEMEYER; GERSHENSON; JOHNSON, 2006). Para Ramos (2000), o gráfico de Pareto é usado quando é preciso dar atenção aos problemas de uma maneira sistemática e, também, quando se tem um grande número de problemas e recursos limitados para resolvê-los. O gráfico construído corretamente indica as áreas mais problemáticas, seguindo uma ordem de prioridades, tais prioridades podem recorrer entre 70 a 80% do problema em sua totalidade.

Para Kume (1993), existem duas formas de trabalhar com o gráfico de Pareto, gráfico de Pareto por defeito e gráfico de Pareto por causa. Para o estudo optou-se por trabalhar o gráfico de Pareto por defeito. O gráfico por defeito apresenta o efeito causado pelo problema. No presente estudo de caso, o efeito é o defeito causado na embalagem ao detectar seu vazamento. O gráfico por causa é mais complexo, ele é elaborado após a detecção do defeito e investigação da sua causa.

O gráfico de Pareto foi utilizado no estudo em questão para definir que tipos de conhecimentos deveriam ser elicitados, uma vez que o objetivo é atuar sobre os defeitos mais frequentes ocorridos no processo. Elicitar e explicitar os conhecimentos coletivos necessários para investigar as causas dos defeitos foram os primeiros passos para a resolução de problemas de forma padronizada.

2.2.3 Diagrama Ishikawa (espinha de peixe)

É uma representação gráfica que permite a organização de informações por semelhança a partir de seis eixos principais (método, material, máquinas, meio ambiente, mão de obra e medição), possibilitando a identificação das possíveis causas de um determinado problema, ou efeito, de forma específica e direcionada (IVANOVIC; MAJSTOROVIC, 2006; VENKATRAMAN, 2007).

O resultado de um processo pode ser atribuído a uma grande quantidade de fatores, e uma relação de causa-e-efeito pode ser encontrada entre esses fatores. Pode-se determinar a estrutura ou a relação de causa-e-efeito múltipla, observando o processo sistematicamente. É difícil resolver problemas complexos sem considerar esta estrutura, a qual consiste em uma cadeia de causas e efeitos, e um diagrama de causa e efeito é um método simples e fácil de representá-la (KUME, 1993).

Para Ramos (2000), o diagrama de Ishikawa é uma figura composta de linhas e símbolos, que representam uma relação significativa sobre um efeito e suas possíveis causas. Este diagrama descreve situações complexas, que seriam muito difíceis de serem descritas e interpretadas somente por palavras. Ainda segundo Ramos (2000), existe, provavelmente, várias categorias de causas principais. Frequentemente, estas recaem sobre uma das seguintes categorias: *Mão - de - Obra, Máquina, Método, Materiais, Meio Ambiente e Meio de Medição*, conhecido como 6 Ms. No desenvolvimento deste estudo, a técnica de *Brainstorming* associada às técnicas de elicitación de conhecimento foi empregada para preencher o Diagrama de Ishikawa. Esta ação foi realizada em conjunto com os agentes envolvidos no processo produtivo estudado.

2.3 Técnicas de elicitación do conhecimento

Para Cairo (1998), Mastella *et al.*(2005) e Kim *et al.*(2011) a aquisição ou elicitación do conhecimento é a principal atividade na gestão de Sistemas Baseados em Conhecimento (SBC), bem como é a fase crítica e o gargalo do sistema. Por isso, é fundamental investigar onde e como os agentes do processo acessam e adquirem o conhecimento que necessitam. Neste sentido, as fontes de aquisição de conhecimento se tornam

a parte crítica do processo de aquisição de conhecimento. A fonte de conhecimento para o estudo foi mapeada através da aplicação do gráfico de Pareto, que demonstra as frequências acumuladas de ocorrências de defeitos. Kim *et al.*(2011) aponta outro desafio na aquisição de conhecimento, é a aquisição de conhecimento em tempo hábil para resolução de um problema.

Segundo Kim *et al.*(2011), há três formas de fontes de conhecimento: fontes diádica, publicações e conhecimento de um grupo. Uma fonte de conhecimento diádica trata-se de aquisição do conhecimento através do contato direto entre o receptor e o provedor do conhecimento. Uma fonte de conhecimento publicada se enquadra como documentos, livros, apostilas, catálogos e postadas em comunidade virtual. Uma fonte de conhecimento de um grupo refere-se à troca de conhecimentos entre os múltiplos provedores de conhecimento, onde os receptores de conhecimento podem acessar e obter o conhecimento através de fontes de conhecimento do grupo, como uma conversa aberta ou pública entre os envolvidos, através de sistemas de perguntas e respostas, ou equipes de trabalho.

O autor Cairo (1998) apontou a necessidade de pesquisas voltadas para a forma de aquisição de conhecimento, ou seja, modelos projetados para gerenciar a aquisição de conhecimento e processo de modelagem do conhecimento. Para Cairo (1998) e Mastella *et al.*(2005) os modelos para aquisição de conhecimento devem prover ferramentas que estruturam a forma de raciocínio do pesquisador, responsável pela elicitación do conhecimento. Cairo (1998), Wagner (2003) e Mastella *et al.*(2005) apontam nove formas de elicitación do conhecimento. São elas: entrevista estruturada, entrevista não estruturada, classificação de fichas (*card sorting*), comparação triádica, grades de repertório, técnica de observação, limitação de informação, relatórios verbais e análise de protocolo.

A pesquisa realizada por Hauck *et al.*(2011), classificou as técnicas em: classificação de fichas (*card sorting*), comparação triádica, grades de repertório, técnica de observação e limitação de informação, como sendo capazes de capturar o conhecimento tácito do especialista humano.

Na pesquisa exploratória realizada por Lemos e Joia (2012), os autores apostam

alguns fatores relevantes à transferência de conhecimento tácito em organizações, tais como, gerenciamento individual do tempo, linguagem comum, confiança mútua, rede de relacionamento, hierarquia, reconhecimento e recompensa, tipo de treinamento, transmissão de conhecimento, poder, nível interno de questionamento, tipo de conhecimento valorizado e mídia. São fatores que podem influenciar no resultado de um processo de elicitación de conhecimento.

No presente trabalho, tais fatores influenciaram positivamente no processo de elicitación de conhecimento, visto que a empresa objeto do estudo se enquadra na maioria dos fatores. Quanto à estratégia de transferência de conhecimento, Lemos e Joia (2012) apontam dois tipos: codificação e personalização. A codificação trabalha sobre o conhecimento padronizado, codificado e armazenado em sistemas de informações. Já a estratégia de personalização leva em conta o processo de transferência de conhecimento tácito de uma pessoa para a outra. O propósito deste trabalho é unir as duas estratégias, estruturar e codificar os conhecimentos em forma de regras de produção, por meio de técnicas de elicitación de conhecimento.

2.3.1 Entrevista não estruturada

Corresponde à técnica inicial de qualquer projeto de Engenharia de Conhecimento, onde o pesquisador conversa diretamente com o especialista, questionando diversos aspectos envolvidos na solução de problemas do domínio escolhido. Entrevista não estruturada apresenta poucas restrições. Isso significa que não existe uma ordem ou sequência pré-definida de perguntas ou do rumo da conversa. O objetivo não é a aquisição de conhecimento específico, mas sim explorar do especialista uma visão geral e ampla do domínio em questão, por isso, elas iniciam com o pesquisador perguntando “Como você resolve esse problema?” (LIOU, 1990).

Segundo Schreiber *et al.*(2000), esta abordagem deve ser usada quando for necessário que o especialista e o pesquisador estabeleçam um bom relacionamento. Além disso, essa é a técnica ideal para que o especialista descreva o domínio da maneira que lhe é familiar. Entretanto, pelo fato do especialista poder

falar quase livremente sobre seu domínio de trabalho, podendo se estender em tópicos que não são importantes, esse tipo de entrevista não deve ser utilizado além das fases iniciais de identificação do conhecimento e de ambientação do pesquisador com o domínio.

2.3.2 Entrevista estruturada

Neste tipo de entrevista, as perguntas são preparadas para serem relevantes à tarefa sobre a qual se está adquirindo o conhecimento. O pesquisador planeja e direciona a conversa utilizando as questões como um guia (HOFFMAN, 1987). Sabe-se também que o ser humano tem a tendência em trazer a entrevista para sua zona de conforto, para assuntos que geram maior confiabilidade para as respostas. Por isso é uma vantagem definir previamente questões gerais sobre o domínio estudado.

Schreiber *et al.*(2000) descrevem que as entrevistas estruturadas são preparadas para serem específicas sobre o domínio em questão, por isso, é difícil encontrar guias para esse processo de entrevista, de modo que o mais importante é a capacidade de análise e comunicação do pesquisador. Algumas perguntas genéricas devem ser empregadas na entrevista estruturada, tais como, “Porque você faria isso?”, “Como você faria isso?”, “Quando você faria isso?”, “Só existe esse caso?”.

2.3.3 Classificação de Conceitos ou Fichas (**Card Sorting**)

Segundo Wright e Ayrton (1987) a técnica de classificação de fichas visa à identificação e organização de termos ou conceitos e seus relacionamentos num domínio particular, tais como a classificação dos objetos, as hierarquias, a similaridade entre os conceitos e outras descrições estáticas dos objetos do domínio, segundo a visão do especialista. Uma lista de termos do domínio é obtida a partir das entrevistas iniciais ou extraída da análise de protocolo. O nome dos objetos é escrito em cartões apresentados ao especialista, que é instruído a classificar os cartões que possui alguma similaridade ou que são do mesmo tipo em pilhas, formando categorias de conceitos e nomeando-as sempre que possível. As cartas são embaralhadas novamente e o especialista deve reagrupá-las, utilizando outros critérios,

de forma a criar novas categorias. Durante a classificação, o especialista irá tirar alguns objetos por serem sinônimos ou irrelevantes, e irá incluir outros conceitos, que segundo seu critério, estão ausentes. Esse processo se repete várias vezes, mas podem ser feitas algumas variações. O resultado da aplicação da classificação de conceitos é um grupo de componentes que compartilham atributos comuns.

Segundo Schreiber *et al.* (2000), além de ser fácil de ser aplicada e analisada pelo pesquisador, essa técnica pode levar o especialista a perceber certa estrutura no domínio da qual ele mesmo não estava consciente. Em geral, na primeira separação, o especialista gera imediatamente as informações mais importantes para fazer tomada de decisão. Costumam ser dois critérios, entre os quais eles separam a maior parte dos conceitos, e um critério chamado de lixo, utilizado para agrupar os conceitos que não se adequaram nos últimos dois critérios. Como o especialista pode adicionar novas fichas, é adequado escrever as originais a mão, para não inibi-lo de adicionar novos conceitos também escritos à mão. Outra boa prática é utilizar números nas fichas, para facilitar anotações das organizações formadas ou então fotografar as classificações.

Os resultados obtidos com a técnica de classificação de termos são o reconhecimento da hierarquia do domínio, a obtenção de termos não evidenciados através de entrevistas, o reconhecimento de conceitos que são sinônimos (um objeto mencionado com dois nomes diferentes) além de uma melhor compreensão global do domínio. A técnica é particularmente útil em domínios onde os métodos de solução de problemas são especialmente de classificação. Mesmo nesses casos, a aplicação torna-se difícil para os domínios muito complexos onde um número excessivamente grande de termos pode inviabilizar o uso de cartões.

2.3.4 Comparação Triádica

Em geral essa técnica é usada em conjunto com a técnica mostrada a seguir, as grades de repertório, empregada para eliciar as dimensões. O pesquisador apresenta para o especialista todas as possíveis tríades de objetos do domínio, uma por vez. Para cada tríade, o especialista deve escolher dois conceitos como “similares” e um como “diferente” do grupo. Após, ele deve

indicar a razão pela qual diferenciou os três conceitos. Essa informação será usada como uma nova dimensão ou atributo associada aos objetos e que serão usadas para diferenciar outros objetos do domínio. As dimensões eliciadas por essa técnica podem ser usadas em conjunto com outras técnicas para eliciar mais informações. Segundo Johnson (1992), o pesquisador deve ter muito cuidado na escolha dos três conceitos a serem apresentados para o especialista, pois pode haver alguma influência na comparação e no agrupamento. Comparar objetos com contrastes explícitos, por exemplo, pode induzir o agente a não escolher um atributo de comparação ao tão óbvio, mas que, por esse mesmo motivo, poderia ser mais importante para a coleta de conhecimento. E a menos que o número de objetos no domínio do problema seja pequeno, um grande número de comparações precisa ser feito, o que torna esse processo muito demorado para algumas tarefas específicas.

2.3.5 Grades de Repertório

Essa técnica tem sua origem em um modelo do pensamento humano chamado teoria dos construtos pessoais, desenvolvida por Kelly (1955), na qual conceitos ou elementos são categorizados sobre uma dimensão dicotômica. De forma similar à técnica de classificação de conceitos, as grades permitem criar um mapeamento conceitual do domínio, onde o objetivo principal é observar se há similaridade entre os domínios.

Para adotar essa técnica, é necessário que o pesquisador já tenha identificado muito dos principais componentes de conhecimento associados à tarefa (usando elicitación triádica, por exemplo). O especialista estabelece então uma escala bipolar de valores para esse construto (em geral, uma característica e seu oposto). Segundo diversos autores esta técnica é utilizada para aquisição de conhecimento com mínima atuação do pesquisador, em função das dificuldades em traduzir a linguagem do especialista, bem como as incoerências entre os agentes do conhecimento. Para Mastella *et al.* (2005) a grade de repertório é baseada na descrição e caracterização de atividades executadas por um especialista humano, buscando identificar entidades e os seus atributos e relacionamentos entre entidades.

2.3.6 Técnica de Observação

Neste método o especialista procede com a solução de problema e o pesquisador observa. Desta forma, possibilita ao especialista um maior conforto, pois o mesmo está no seu ambiente de trabalho executando as tarefas do dia-a-dia (LIOU, 1990). A observação pode ser para identificar estratégias de solução de problemas que não são conscientes, ou para estudar habilidades motoras ou procedimentos automáticos, para identificar as tarefas envolvidas na solução de um problema, e as limitações e restrições dessas tarefas. Segundo Johnson (1992), as técnicas de observação podem ser diretas quando o pesquisador presencia a execução da tarefa, o que pode influenciar no comportamento do especialista, e indireta quando um vídeo é gravado e assistido posteriormente, menos intrusivo que a técnica direta, mas requer mais tempo para análise.

2.3.7 Limitação de Informações (Focalizando Contextos)

A proposta da limitação de informações (também conhecida por focalizando contextos) é apresentar um problema fictício para o especialista, de modo que ele descreva seu método de solução. Pode-se adotar a abordagem de restringir progressivamente a disponibilidade de informações, dessa maneira, o especialista demonstra qual o mínimo de informações necessárias para a tomada de decisão. O especialista pode também ser explicitamente instruído a adotar uma estratégia particular. Um experimento bastante comum é mostrar diversas fotos sobre assuntos que o especialista costuma trabalhar, mas com uma restrição bem maior de tempo, e pedir que ele externalize tudo o que consegue lembrar sobre as fotos e de sua interpretação. Esse experimento foi realizado por Hoffman (1987), com análise de terrenos inspecionando fotos aéreas por somente 2 minutos, quando essa interpretação leva geralmente horas ou dias. Abel *et al.* (2004) analisou o desempenho de geólogos novatos e especialistas ao analisar uma série de imagens de rochas. Os resultados desse processo restringido no tempo revelam até que ponto os especialistas adquirem percepção imediata do conteúdo das imagens e conseguem elaborar uma interpretação independente do contexto restrito.

2.3.8 Relatórios Verbais

Relatórios verbais podem ser de dois tipos: aqueles em que o comentário sobre o procedimento é feito ao mesmo tempo em que o especialista executa a tarefa (*on-line* ou concorrente) e aquele em que o especialista é gravado em ação e posteriormente a tarefa é explicada verbalmente (*offline* ou retrospectivo). Os protocolos retrospectivos são mais adequados quando o pesquisador precisa fazer questionamentos, para que o especialista não seja interrompido. Se forem feitas perguntas durante a execução, a interrupção pode alterar significativamente a sequência de raciocínio seguida pelo especialista. Uma característica da verbalização durante o processo de solução foi reconhecida em diversos experimentos que utilizaram relatórios verbais: o especialista interrompe a verbalização da solução quando a solução torna-se trivial, ou quando há necessidade de buscar caminhos alternativos de solução. As heurísticas utilizadas nesses momentos são importantes e devem ser posteriormente investigadas através de entrevistas.

Relatórios verbais são criticados por algumas limitações. O especialista não conseguirá verbalizar seu raciocínio se a própria tarefa demanda dele algum tipo de comunicação ou alto processamento cognitivo. Um piloto de avião ou um motorista de carro apresentam seu melhor desempenho quando a tarefa é executada de maneira automática. Caso precisem tomar consciência de suas ações, a tarefa é executada da pior maneira (MASTELLA *et al.*, 2005).

2.3.9 Análise de protocolo

A análise do material coletado pelas técnicas de rastreamento de processos é, talvez, a parte mais tediosa da tarefa. Os problemas existem por causa da quantidade de dados gerados, da natureza qualitativa dos dados, da complexidade e da desordenação dos dados e da subjetividade das interpretações. Dois pesquisadores podem dar interpretações completamente diferentes do mesmo relato verbal. Algumas técnicas são utilizadas para analisar os protocolos da maneira mais fidedigna possível ao domínio e aos processos mentais originais do especialista humano (COOKE, 1994). As técnicas são:

- **Análise de conteúdo:** Uma maneira de organizar uma quantidade muito grande de material identificando sistematicamente algumas características específicas. Pode classificar frases, a partir do conteúdo, pelo tipo de conhecimento que evidenciam conceitos, regras, procedimentos, entre outros. A vantagem em identificar classes de sentenças está em facilitar a tradução para diferentes estruturas de representação. A dificuldade dessa tarefa é determinar as categorias apropriadas.
 - **Análise de interação:** Uma maneira de analisar quase que gramaticalmente a interação entre o entrevistador e o especialista para identificar categorias de sentenças. Neste caso, as categorias criadas são orientadas à conversação, por exemplo: negociação, orientação, explicação, entre outras. Permite que o pesquisador elimine ou evidencie categorias de respostas do especialista que ele considera mais importantes em determinado momento da transcrição.
 - **Ferramentas de análise de protocolos:** Ferramentas que utilizam técnicas para analisar automaticamente os protocolos. O principal foco das ferramentas de análise de protocolos é a identificação e categorização das proposições e organização semântica dos segmentos do texto. Algumas ferramentas são desenvolvidas para um contexto específico, e seu desempenho fica próximo ao da análise manual. Outras ferramentas são livres de contexto, seu uso é generalizado, mas elas exigem uma interação maior com o pesquisador.
- Considerando a pesquisa realizada referente à Elicitação de Conhecimento, elaborou-se o quadro 1, que demonstra a relação entre as formas de aquisição do conhecimento e as fontes de conhecimento estudadas.

Quadro 1 - Fontes de conhecimento e formas de elicitación do conhecimento

Formas de Aquisição do Conhecimento	Fontes de Conhecimento		
	Diádica	Publicações	Conhecimento de um Grupo
Entrevista estruturada	X		X
Entrevista não estruturada	X		X
Classificação de Fichas	X	X	X
Comparação Triádica	X		X
Grades de Repertório	X		X
Técnica de Observação	X		X
Limitação de Informação	X		X
Relatórios Verbais	X		
Análise de protocolo		X	X

Fonte: Adaptado de Cairo (1998), Wagner (2003), Mastella *et al.* (2005), e Kim *et al.* (2011)

Para o desenvolvimento deste trabalho, utilizou-se as fontes de conhecimento e formas de elicitación do conhecimento apresentadas no quadro 2.

Quadro 2 - Fontes de conhecimento e formas de elicitação de conhecimento utilizadas no trabalho

Formas de Aquisição do Conhecimento	Fontes de Conhecimento		
	Diádica	Publicações	Conhecimento de um Grupo
Entrevista não estruturada	X		X
Classificação de Fichas	X		X
Limitação de Informação	X		X
Técnica de Observação	X		
Análise de protocolo		X	

Fonte: Adaptado de Cairo (1998), Wagner (2003), Mastella *et al.* (2005), e Kim *et al.* (2011)

Estas formas de aquisição do conhecimento, bem como as fontes de conhecimentos foram escolhidas considerando a realidade da indústria onde foi realizado este trabalho. Para propor uma metodologia para a elicitação do Conhecimento Tácito a abordagem sistêmica foi utilizada. Sendo assim, uma breve discussão sobre este tipo de abordagem é apresentada a seguir.

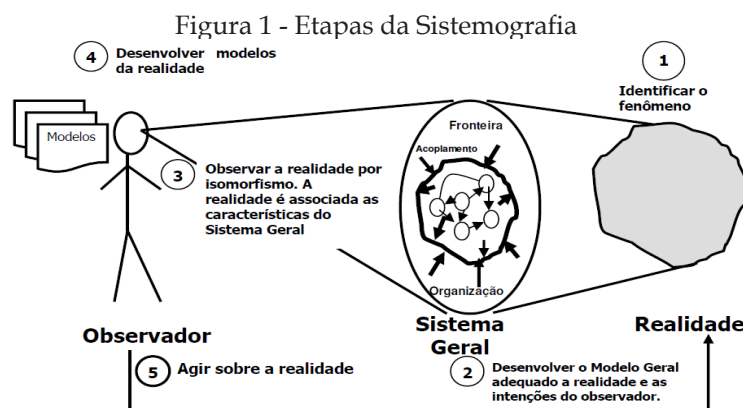
2.4 Abordagem sistêmica para observação de fenômenos complexos na indústria

Para a observação de fenômenos complexos é interessante o uso da modelagem. Neto e Fontana (2008) descrevem que a modelagem de sistemas advém de um modelo geral, ou seja, modelar é conceber, para um objeto, um modelo que permita conhecê-lo, compreendê-lo, interpretá-lo e que auxilie na antecipação do seu comportamento. Segundo Bertalanffy (1973), a Teoria Geral de Sistema tem como propósito criar teoria e auxiliar na compreensão de fenômenos complexos mediante a formação de modelos conceituais que possam representar as situações reais.

Em 1996, Le Moigne e Bartoli definiram a sistemografia como sendo um procedimento pelo qual o modelador constrói modelos de fenômenos complexos para objetos. Segundo Le Moigne e Bartoli (1996), para modelar objetos o modelador deve desempenhar papel ativo na construção do modelo.

Para Kintschener (2005) sistemografia é um método de mapeamento e reorganização de processos, possui enfoque sistêmico procurando disciplinar o bom-senso e a intuição através de um processo lógico e de uma análise formal do problema, procurando estudá-lo como um todo, preocupando-se com as interfaces entre suas partes. O papel principal da sistemografia é identificar, mapear e detalhar a análise de um processo de forma que se tenha o efetivo entendimento do problema, estuda o conjunto de elementos e as relações entre esses elementos.

Segundo Leite *et al.* (2009), com base na Teoria Geral de Sistemas, Le Moigne (1977) desenvolveu a Sistemografia a qual tem como função auxiliar no processo de modelagem de objetos em um sistema complexo. A abordagem sistêmica pode ser empregada por meio da Sistemografia de acordo com cinco etapas, conforme a figura 1.



Fonte: Adaptado de Le Moigne (1990)

Tais etapas foram adaptadas à realidade dos processos industriais, a fim de mapear, elicitar e tornar explícito o conhecimento tácito das pessoas envolvidas em processos industriais. Após a identificação do fenômeno a ser estudado (definição do fenômeno), desenvolve-se um modelo geral para sua representação. Este desenvolvimento se dá pela observação da situação atual (realidade) do fenômeno escolhido. No caso do presente estudo, as regras de produção foram definidas como os modelos representacionais da realidade observada. A partir da aplicação das regras de produção, os envolvidos com o processo devem atuar sobre os resultados obtidos de forma a corrigir possíveis anomalias detectadas.

2.5 Regras de Produção

Segundo Bittencourt (2006), regras de produção são pares de expressões consistindo

em condições e ações. A representação do conhecimento, através de regras de produção, é bastante popular na codificação de conhecimento heurístico em programas para resolução de problemas. O conhecimento é representado por um conjunto de fatos e um conjunto de regras de produção. Segundo Waltrich (2006), em programação baseada em regras de produção usa-se um motor de inferência para manipular as regras. A figura 2 apresenta um exemplo de regras de produção desenvolvido para este trabalho. Um sistema baseado em regras caracteriza-se por: incorporar conhecimento heurístico em regras do tipo SE-ENTÃO; combinar regras simples para resolver problemas complexos; ter capacidade de explicar qualquer conclusão, a partir da linha de raciocínio aplicada pelo sistema.

Figura 2 - Exemplo de regra de produção para o objetivo (Corrente elétrica baixa)

<p>Regra de produção SE Linha de Produção = 65 VAA E Dureza da folha = Entre 54 e 62 HR T3 Laminação normal E Corrente elétrica de Soldagem = Abaixo de 25 A E Estanhagem da Folha = Maior que 2,35 g/m² E Espessura da Folha = Entre 0,17 e 0,21 mm E Pressão de Mola = Entre 50 e 52 mm E Transpasse de Solda = Entre 0,40 e 0,50 mm ENTÃO CAUSA(S) DO(S) DEFEITO(S) = Corrente elétrica baixa</p>

Fonte: Dados de pesquisa.

No estudo, as regras de produção foram utilizadas como ferramenta de apoio na investigação de possíveis causas de defeitos.

3 METODOLOGIA

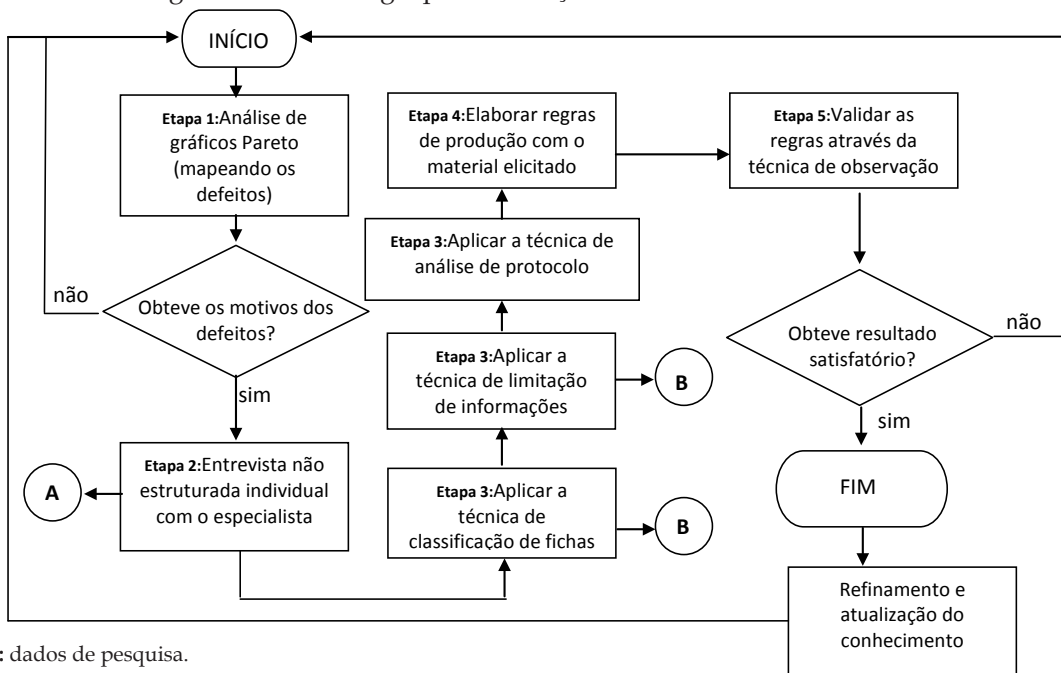
O método empregado na pesquisa foi classificado como exploratório, pois foi realizado um estudo preliminar com a finalidade de melhor adequação da metodologia para mapeamento e elicitação de conhecimento tácito à realidade que se pretende conhecer, Gil (1991). A metodologia, segundo Santos (2000), pode ser classificada também como pesquisa-ação, pois o pesquisador é um dos agentes que participou do fenômeno estudado. Segundo Miguel *et al.* (2010), é por meio da observação participante que o pesquisador pode interferir no objeto

de estudo para resolver um problema e contribuir para a base do conhecimento. Por este motivo a pesquisa-ação foi o método escolhido.

3.1 Metodologia para elicitação do conhecimento tácito

A partir dos estudos realizados e da aplicação da técnica de sistemografia, foi elaborada uma metodologia para elicitação do conhecimento tácito. A Figura 3 representa a metodologia empregada para promover uma sequência de atividades sistematizadas, a fim de mapear e tornar o conhecimento tácito em explícito no processo produtivo estudado. Na figura, "A" é utilizar a Ferramenta de Qualidade *Brainstorming* e "B" é utilizar a Ferramenta de Qualidade Diagrama de Ishikawa, como Ferramentas de apoio.

Figura 3 - Metodologia para Elicitação do Conhecimento Tácito



Fonte: dados de pesquisa.

As 5 etapas da metodologia seguiram as premissas da sistemografia como base norteadora das atividades de elicitação dos conhecimentos.

As técnicas de Elicitação de conhecimento tácito adaptadas à realidade da empresa estudada para explicitar os conhecimentos foram aplicadas sobre o grupo de oito mecânicos de produção de uma empresa metalúrgica do ramo de embalagens metálicas, que representam os mecânicos que atuam nesta linha de produção.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção, demonstra-se a aplicação da metodologia proposta para elicitação de conhecimento tácito, desde o mapeamento do tipo de conhecimento a ser adquirido até a elaboração de regras de produção, forma escolhida para representação formal e explícita dos conhecimentos tácitos.

4.1 Adequação das técnicas de elicitação de conhecimento à realidade do trabalho desenvolvido

Apresenta-se a seguir as ligações existentes que cada forma de elicitação de conhecimento pesquisada possui com as ferramentas utilizadas no trabalho.

4.1.1 Entrevista não estruturada

A técnica de entrevista não estruturada foi utilizada juntamente com a Ferramenta de Qualidade *Brainstorming*.

Em função das limitações da técnica de entrevista não estruturada, optou-se em utilizar mais três técnicas concomitantemente, limitação de informação (focalizando contexto), classificação de fichas (*Card Sorting*) e análise de protocolo, as quais serão abordadas em seguida.

4.1.2 Classificação de fichas (*Cards Sorting*)

A técnica de *card sorting* não foi aplicada na íntegra. Utilizou-se o conceito da técnica e adaptou-se à realidade da metodologia de elicitação de conhecimento elaborada, na parte em que há a classificação de conceitos. Os mesmos foram classificados dentre os 6 Ms (Mão-de-Obra, Máquina, Método, Materiais, Meio Ambiente e Meio de Medição) do Diagrama de Ishikawa. No contexto deste trabalho, conceitos são características de possíveis causas.

4.1.3 Limitação de informação ou focalizando o contexto

A técnica de limitação de informações ou focalizando o contexto não foi aplicada na ínte-

gra. Utilizou-se o conceito da técnica e adaptou-se à realidade da metodologia de elicitação de conhecimento elaborada. Durante a entrevista não estruturada, algumas perguntas foram feitas baseadas em problemas fictícios para o momento da entrevista, porém já vivenciados na prática do dia-dia. Os especialistas foram induzidos a responder como cada um deles raciocina durante a investigação das causas com a utilização dos conceitos classificados dentre os 6 Ms do Diagrama de Ishikawa. Fotos de defeito também foram utilizadas neste momento, a visualização das fotos foi limitada em 10 segundos.

4.1.4 Técnica de observação

A técnica de observação não foi usada nas etapas de elicitação do conhecimento. Foi utilizada no momento da validação das regras de produção no processo produtivo, onde se observou o tempo necessário para realização do diagnóstico de causa raiz do defeito, bem como restrições e limitações para a realização do diagnóstico.

4.1.5 Análise de protocolo

A técnica de análise de protocolo não foi aplicada na íntegra. Utilizou-se o conceito da técnica e adaptou-se à realidade da metodologia

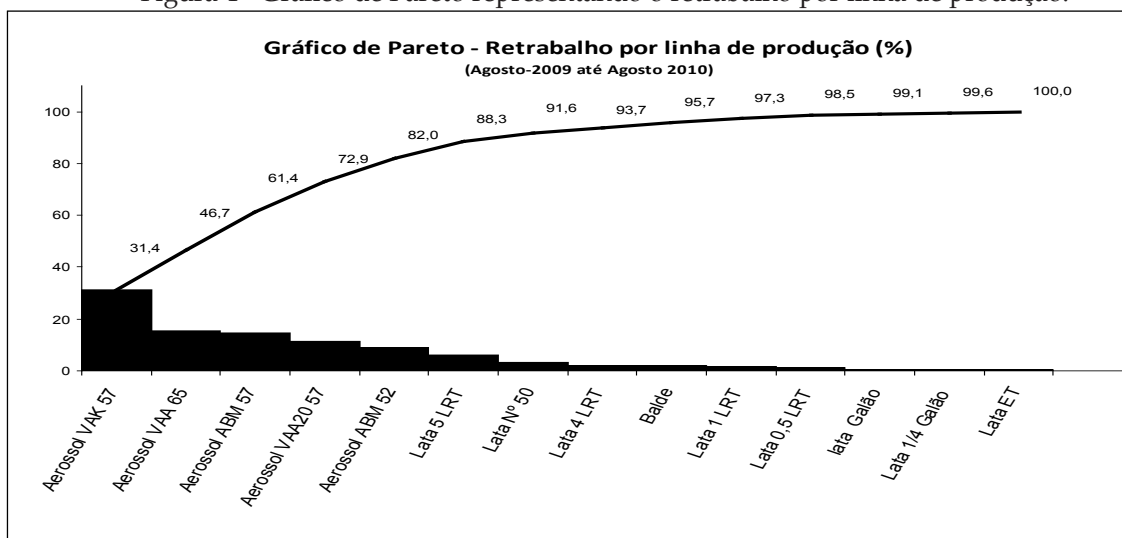
de elicitação de conhecimento elaborada. Como as entrevistas foram realizadas de forma individual, foi preciso realizar uma análise sobre as informações coletadas, a análise consistiu em verificar a existência de similaridade ou padrão de respostas entre as respostas ou colocações dos especialistas. A análise não teve auxílio de algum aplicativo, como reconhecimento de padrões. Foi realizada manualmente.

4.2 ETAPAI: mapeamento do conhecimento a ser adquirido

A empresa possui 11 linhas de montagem de embalagem metálica, lata 900 ml, Lata 1 Litro retangular, Galão 3,6 Litros, Lata 4 Litros retangular, 18 Litros Quadrada, Balde 20 Litros, Aerossol 200 ml (ABM 52), Aerossol 300 ml (ABM 57), Aerossol 400 ml (VAK 57), Aerossol 450 ml (VAA20) e Aerossol 500 ml (VAA20).

O estudo de campo iniciou a partir da análise do gráfico de índice de retrabalho acumulado entre Agosto de 2009 e Agosto de 2010. Para dar prioridade e foco no mapeamento dos motivos que contribuem para o aumento do indicador de retrabalho, foram gerados dois gráficos de Pareto, sendo eles: gráfico por linha de produção, representado pela figura 4, e gráfico por motivos dos retrabalhos, representado pela figura 4.

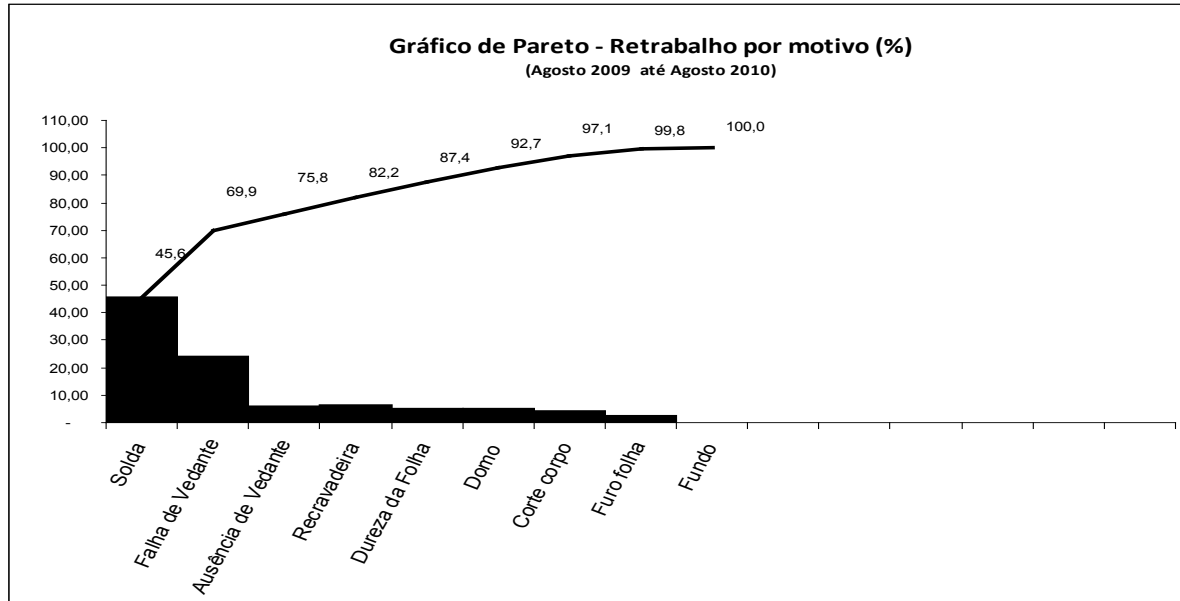
Figura 4 - Gráfico de Pareto representando o retrabalho por linha de produção.



Fonte: Dados de pesquisa.

O gráfico da figura 5 evidencia que 82% dos retrabalhos estão localizados nas linhas de montagem de lata de Aerosol.

Figura 5 - Gráfico de Pareto representando o retrabalho por motivo de parada de linha de produção.



Fonte: dados de pesquisa.

O gráfico da figura 5 evidencia que 75,8% dos retrabalhos nas linhas de montagem de lata de Aerosol é por motivos de vazamento na solda, falha de vedante e ausência de vedante. Nesta etapa, o conhecimento a ser adquirido se encontra mapeado e incide sobre a causa de defeito que leva à ocorrência de vazamento na embalagem por problemas na soldagem da embalagem, falha de vedante e ausência de vedante nos componentes da embalagem.

4.3 Etapas 2 e 3: aplicação das técnicas de elicitación de conhecimento e ferramentas da qualidade

Foram realizadas reuniões coletivas e individuais com os envolvidos no processo produtivo. Na primeira reunião coletiva, foi exposto o objetivo do estudo e apresentados

conceitos das técnicas de elicitación do conhecimento e a forma que se pretendia aplicá-las. Após a reunião coletiva, foram realizadas as entrevistas de forma individual com os 8 mecânicos do processo produtivo. As técnicas de elicitación de conhecimento foram aplicadas conforme indicado no quadro 3.

4.3.1 Tempo por etapa de elicitación do conhecimento

Conforme foi abordado na fundamentação teórica, um dos gargalos do processo de elicitación de conhecimento é o tempo de elicitación, tal tempo deve ser compatível à dinâmica do processo que se pretende melhorar. O quadro 3 apresenta os tempos em horas levados em cada etapa da metodologia, etapas 2,3 e 5.

Quadro 3 - Tempo para aquisição de conhecimento durante as entrevistas individuais com os especialistas

MECÂNICO	TEMPO de EMPRESA (anos)	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 5	TOTAL (horas)
AM	20	2h50min	1h25min	4h40min	8h55min
BM	12	3h10min	2h15min	3h10min	8h35min
CM	12	2h30min	1h20min	3h47min	7h37min
DM	10	1h50min	1h40min	2h20min	5h50min
Total		10h20min	6h40min	13h57min	30h57min
AP	12	3h20min	1h40min	3h32min	8h32min
BP	12	1h36min	00h50min	2h20min	4h46min
CP	10	2h25min	1h10min	2h45min	6h20min
EP	20	2h40min	1h25min	2h00min	6h05min
Total		10h01min	5h05min	10h37min	25h43min

M = Mecânico da montagem P = Mecânico da prensa

Fonte: dados de pesquisa.

Os trabalhos para elicitación do conhecimento tácito iniciaram em Agosto de 2010 com finalização em Junho de 2011, foram 10 meses. Dentre este período foram necessárias 30h57min para elicitación de conhecimento referente ao processo de soldagem da embalagem e 25h43min para elicitación de conhecimento referente ao processo de aplicação de vedante, totalizando 56h39min de entrevistas. Considera-se um tempo relativamente adequado às condições que envolvem um processo de elicitación de conhecimento, visto que tal processo passa por algumas etapas de dificuldades, como disponibilidade do pesquisador e do especialista, amadurecimento por parte dos dois agentes neste processo, entre outros. Na literatura, não foram encontrados valores de tempo de elicitación de conhecimento para fins comparativos.

4.4 Etapa 4: elaboração das regras de produção

Após a aplicação das etapas para elicitación de conhecimento, foram elaboradas 76 regras de produção para o processo de soldagem da embalagem e 65 regras de produção para o processo de aplicação de vedante, totalizando 141 regras de produção como resultado da aplicação da metodologia para elicitación de conhecimento.

A regra 5 é um exemplo de regra de produção para causas de vazamento na solda da embalagem.

Regra 5:

SE Corrente elétrica de soldagem ≥ 19

E Dureza da folha = Entre 59 e 63 HR T4

Laminação invertida

E Espessura da Folha = Entre 0,17 e 0,21 mm

E Pressão de Mola > 46.2

ENTÃO CAUSA(S) DO(S) DEFEITO(S) =

Pressão de mola do disco de solda CNF 60%

A regra 4 é um exemplo de regra de produção para causas de falha de vedante ou ausência de vedante.

Regra 4:

SE Variação de ar comprimido no sistema = Abaixo de 1,0 bar

E Resíduo de vedante acumulado no interior da bomba = não

E Resíduo de vedante acumulado no regulador do fluxo do vedante = não

E Pressão do ar comprimido entrada da bomba de vedante = Entre 1,5 e 2,5 bar

E Pressão de saída da bomba do vedante = Abaixo de 3,0 bar

E Desgaste na esfera do regulador de fluxo de vedante, = não

E Desgaste no alojamento da esfera do regulador de fluxo de vedante = não

E Oscilação apresentado no manômetro da bomba de vedante = Menor que 3 PSI

ENTÃO CAUSA RAZÃO DE DEFEITO = regulagem da bomba do vedante CNF 80%

4.5 Etapa 5: validação das regras através da técnica de observação

As regras de produção foram avaliadas de forma amostral através da técnica de observação. O Engenheiro do Conhecimento, o qual fez parte do processo de Elicitação dos Conhecimentos, foi quem validou as regras de produção, observando as ocorrências de defeitos e as conclusões referentes à causa dos mesmos pelos mecânicos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do estudo realizado sobre diferentes formas de elicitação do conhecimento, a fim de tornar o conhecimento tácito, advindo da experiência de especialistas humanos da área de mecânica, em conhecimento explícito, armazenado em uma base de conhecimento, foi possível na prática validar que este processo pode ocorrer. A proposição de uma modelagem e desenvolvimento de um sistema baseado em conhecimento ou sistema especialista baseado em regras de produção, que auxilia na investigação de causas de defeitos durante o processo produtivo e embalagens metálicas foi um dos resultados encontrados por meio desta pesquisa.

O uso de Inteligência Artificial, especificamente os Sistemas Especialistas, apresenta-se ainda como um assunto emergente na indústria de manufatura quando comparado com outras áreas de atuação. Além disto, o uso da sistemografia, estudando o conjunto de elementos e propondo as suas relações demonstrou-se eficiente e eficaz, relacionando ferramentas e técnicas que antes eram empregadas pela empresa, mas de forma isolada.

A partir da disseminação do Sistema Especialista desenvolvido para o processo produtivo do ramo de embalagens metálicas de uma Empresa do Sul do país, observou-se uma redução de diversidade na descrição das formas de parada de máquinas. As descrições estão sendo padronizadas conforme

foram descritas na base de conhecimento do sistema desenvolvido. Antes da aplicação da metodologia, por exemplo, parte dos mecânicos usavam as palavras calor e solda fria para definir um defeito de solda. Atualmente utilizam alta amperagem e baixa amperagem, respectivamente, demonstrando a existência de padronização de conceitos.

Observa-se mudança no comportamento dos mecânicos em relação aos inspetores de qualidade, uma vez que para responder as perguntas do Sistema Especialista desenvolvido para o chão de fábrica, notou-se que ambos os profissionais estavam atuando em parceria. Os mecânicos também estão usando o Sistema Especialista como base para a requisição de manutenção corretiva e preventiva nas máquinas. As consultas sobre a estanhagem da folha e dureza da folha aumentou significativamente com o uso do Sistema Especialista.

A partir do estudo de caso observou-se que a metodologia de elicitação de conhecimento tácito por meio da proposição de uma sequência de atividades lógica e sistemática para elicitar o conhecimento tácito de um grupo de mecânicos de produção e representá-lo por regras de produção obteve êxito, pois uma base de conhecimento explícito foi desenvolvida, o que antes não existia na organização.

Agradecimentos: A UNISC - Universidade de Santa Cruz do Sul pela concessão do FAP e à empresa BRASILATA pelo apoio na execução da pesquisa.

ELICITATION TECHNIQUES COLLECTIVE TACIT KNOWLEDGE: Case Study applied to Metallurgical Company

ABSTRACT This present work presents the theory and application of some techniques of elicitation of tacit knowledge adapted to the reality of the company studied to explicit the knowledge of a mechanics group producing of the metallurgical company's metal packaging industry. After the elicitation of knowledge, they were represented in the form of production rules (symbolic algorithms) designed to assist in the form of identifying causes of defects in the production process. To structure the research and logical application of knowledge elicitation techniques, we used the technique of sistemography, which advocates systems thinking as a way of observing phenomena and complex object modeling in organizations. The conclusions highlight that the methodology of collective tacit knowledge elicitation was successful because from this application were developed 76 production rules for the welding process of packaging and 65 production rules for the process of applying sealant, totaling 141 production rules. These production rules are stored in an explicit knowledge base, which had not previously existed in the organization

Keywords: Acquisition of knowledge, tacit and explicit knowledge, knowledge elicitation techniques.

Artigo recebido em 28/06/2013 e aceito para publicação em 23/02/2014

REFERÊNCIAS

- ABEL, M.; SILVA, L. A. L.; ROS, L. F. de; CAMPBELL, J. A.; MASTELLA, L. S.; NOVELLO, T. Petrographer: managing petrografer data and knowledge using an intelligent database application. **Expert Systems with Applications**, v. 26, n.1, 2004, p. 9-18.
- ALSALEH, N. A. Application of quality tools by the Saudi food industry. **The TQM Magazine**, v. 19, n. 2, 2007, p. 150-161.
- AGUIAR S. **Integração das Ferramentas da qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma**. Minas Gerais: Editora DG, 2002.
- BAMFORD, D. R.; GREATBANKS, R. W. The use of quality management tools and techniques: a study of application in everyday situations. **International Journal of Quality Reliability Management**, v. 22, n. 4, 2005, p. 376-392.
- BERTALANFFY, L. Von. **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1973, p. 52 – 63.
- BRASSARD M. **Qualidade Ferramentas para uma melhoria continua**. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 1985.
- CAIRO O. A comprehensive methodology for knowledge acquisition from multiple knowledge sources. **Expert Systems with application**. v. 14, issue 1-2, 1998, p. 1-16.
- CHILESHE, N. Quality management concepts, principles, tools and philosophies: a valid methodology for deployment within UK construction-related SMEs. **Journal of Engineering, Design and Technology**, v. 5, n.º. 1, 2007, p. 49-67.
- COOKE, N. Varieties of knowledge elicitation techniques. **International Journal of Human-Computer Studies**, v. 41, 1994, p. 801-849.
- DALFOVO, O., SCHMITT, S., RABOCH, H. Aplicação em data mining utilizando a teoria dos conjuntos aproximativos para a geração do capital intelectual nas organizações. **Inf. & Soc. Est., João Pessoa**, v.20, n.1, jan./abr. 2010, p. 139-152.
- DAVENPORT, T. H., PRUSAK, L. **Conhecimento empresarial: como as organizações gerenciam seu capital intelectual**. 10 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.
- FREITAS, J. A. S. B. A Dimensão Tácita do Conhecimento e o Trabalho dos Gerentes no Varejo Bancário. **Anais do 30º Encontro da ANPAD - Associação Nacional de Pós-Graduação e de Pesquisa em Administração**. Salvador, 2006.

- GIL A C. **Como elaborar Projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991, p. 45 – 46.
- HAGEMEYER, C.; GERSHENSON, J. K.; JOHNSON, D. M. Classification and application of problem solving quality tools: a manufacturing case study. **The TQM Magazine**, v. 18, n. 5, 2006, p. 455-483.
- HANASHIRO A.; CLETO, M. G. Proposta de uma metodologia para Gestão do conhecimento no Chão de Fabrica: Um estudo de caso de Kaizen na Indústria Automotiva, **Anais do XXVII ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Foz do Iguaçu, 2007.
- HAUCK, J. C. R. ; WANGENHEIM, C. G. Von ; McCaffery, F. ; BUGLIONE, L. Proposing an ISO/IEC 15504-2 Compliant Method for Process Capability/Maturity Models Customization. **Lecture Notes in Computer Science ICR**, v. 6759, 2011, p. 44-58.
- HOFFMAN R. R.: The problem of extracting the knowledge of experts from the perspective of experimental psychology. **Artificial Intelligence**, v. 8, n. 2, 1987, p 53–67.
- IVANOVIC, M. D.; MAJSTOROVIC, V. D. Model developed for the assessment of quality management level in manufacturing systems. **The TQM Magazine**, v. 18, n. 4, 2006, p. 410-423.
- JOHNSON P. **Human-computer interaction: psychology, task analysis and software engineering**. Maidenhea: McGraw-Hill, 1992.
- KELLY, G. A. **The psychology of personal constructs**. (2 vols.) New York, W. W. Norton and Company Inc., 1955.
- KHANNA, V. K. 5 “S” and TQM status in Indian organizations. **The TQM Journal**, v. 21, n. 5, 2009, p. 486-501.
- KIM J.; Song J.; Jones D. R.; The cognitive selection framework for knowledge acquisition strategies in virtual communities; **International Journal of Information Management**. v. 31, n. 2, 2011, p. 111-120.
- KINTSCHNER F. E., FILHO, E. B. Método de Mapeamento e Reorganização de Processos. **Revista Produção Online**, v. 5, n.1, Março, 2005.
- KUME, H. **Métodos Estatísticos para Melhoria da Qualidade**. Rio de Janeiro: Editora Gente, 1993.
- LE MOIGNE, J. L.; BÁRTOLI J. A.: **Organisation Intelligente et Système d’s Information Stratégique**, Editora Economica, Paris, 1996.
- LEITE, M. S. A. *et al.* Abordagem sistêmica como ferramenta sustentável para modelar sistemas complexos. In: OLIVEIRA, V. F. DE; CANEVAGHI, V.; MÁSCULO, F. S. (Org.). **Tópicos Emergentes e Desafios Metodológicos em Engenharia de Produção: Casos, Experiências e Proposições**; v. 2; Rio de Janeiro: ABEPRO, 2009, p. 206 – 259.
- LEMOS, B.; Joia, L. A. Relevant factors for tacit knowledge transfer within organizations: an exploratory study. **Gest. Prod.**, v.19, n.2, 2012, p.233-246.
- LEITE, F C L. O conhecimento científico tácito na dinâmica da pesquisa: alguns indícios. **Revista de Ciência da Informação**, v. 8, n. 3. jun. 2007 Disponível em: <http://www.dgz.org.br/jun07/F_I_art.htm>. Acesso em: jul 2013.
- LIOU Y. I. Knowledge acquisition: Issues, techniques, and methodology. In: Conference on trends and directions in expert systems, **SIGBDP**, Orlando, USA, 1990, p 212 – 236.
- MASTELLA, L. S.; ABEL, M. ; LAMB, L. da C. ; DE ROS, L. F. Cognitive Modelling of Event Ordering Reasoning in Imagistic Domains. In: **International Joint Conference on Artificial Intelligence**, 2005, Edinburgh. IJCAI’05 Proceedings, 2005.
- _____. Uma Ontologia Temporal para Modelagem de Conhecimento sobre Ordenação de Eventos. In: **Encontro Nacional de Inteligência Artificial**, 2005, São Leopoldo, RS. Anais da SBC, 2005.
- MIGUEL, P.A.C. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- MIRANDA A. C. D., REMO, L. de C., FERNANDES, L. L., DEMARCHI, A. P. P., FORNASIER, C. B. R., SANTOS, N. dos . A

- complexidade e a utilização de técnicas de criatividade na gestão do conhecimento. **Inf. & Soc. Est.**, João Pessoa, v.18, n.3, set./dez. 2008, p. 151-157.
- NETO, A. I.; FONTANA R. M.; Sistema Evolutivo de Gestão Integrada para Micro e Pequenas Empresas. **Anais do XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP**, Rio de Janeiro, 2008.
- NONAKA, I.; TAKEUSHI, H. **Criação de Conhecimento na Empresa**. São Paulo: Elsevier, 1997.
- OLIVEIRA, T. S. **Ferramentas para aprimoramento**. São Paulo: Editora Pioneira, 1995.
- OLIVEIRA V. P.: Uma informação tácita. **Revista de Ciência da Informação**, v.6; n.3, Junho, 2005.
- POLANYI, M. **The Tacit Dimension**. London :Routledge & Kegan Paul, 1967.
- RAMOS A. W. **CEP para processos contínuos e em bateladas**. São Paulo: Ed. Edgard Blucher Ltda., 2000.
- SANTOS A. R. **Metodologia Científica: a construção do conhecimento**. 3ª ed., Rio de Janeiro: DP&A, 2000.
- SCHREIBER, G, *et al.* **Knowledge engineering and management: the Commonkads methodology**, Cambridge. The MIT Press, 2000.
- SILVA S. L.: Gestão de Conhecimento: Uma Revisão crítica orientada pela abordagem da criação do conhecimento. **Ci. Inf.**, Brasília, v.33, n.2, Maio/Ago. 2004, p.143-151.
- VENKATRAMAN, S. A framework for implementing TQM in higher education programs. **Quality Assurance in Education**, v. 15, n. 1, 2007, p. 92-112.
- WAGNER W. P. **Knowledge Acquisition**. Encyclopedia of Information Systems, volume 3, 2003.
- WALTRICH P. V. **Protótipo de um Sistema Especialista Probabilístico para análise de risco em seguros de automóveis**. Trabalho de Graduação - Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da Faculdade de Ciência e Tecnologia - UNIDAVI, 2006.
- WRIGHT G.; AYTON P. Eliciting and modeling expert knowledge. **Decision Suport Systems**. v. 3 n. 1, 1987, p. 13-26.