

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
Programa de Pós-Graduação em Administração

A DINÂMICA DA INOVAÇÃO:

Como a manutenção industrial cria conhecimento e contribui para a inovação em
uma empresa de mineração

Alexandre Soares Pimenta

Belo Horizonte
2011

Alexandre Soares Pimenta

A DINÂMICA DA INOVAÇÃO:

Como a manutenção industrial cria conhecimento e contribui para a inovação em
uma empresa de mineração

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Administração da
Pontifícia Universidade Católica de Minas
Gerais, como requisito parcial para obtenção
do título de Mestre em Administração

Orientadora: Dra. Marta Araújo T. Ferreira

**Belo Horizonte
2011**

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

P436d Pimenta, Alexandre Soares
A dinâmica da inovação: como a manutenção industrial cria conhecimento e contribui para a inovação em uma empresa de mineração / Alexandre Soares Pimenta. Belo Horizonte, 2011.
107f.: il.

Orientadora: Marta Araújo Tavares Ferreira
Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Administração.

1. Inovações tecnológicas. 2. Gestão do conhecimento. 3. Manutenção. 4. Mineração. I. Ferreira, Marta Araújo Tavares. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Administração. III. Título.

Alexandre Soares Pimenta

A DINÂMICA DA INOVAÇÃO:

**Como a manutenção industrial cria conhecimento e contribui para a
inovação em uma empresa de mineração**

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Administração da
Pontifícia Universidade Católica de Minas
Gerais, como requisito parcial para obtenção
do título de Mestre em Administração

Prof^a. Dr^a. Marta Araújo Tavares Ferreira (orientadora) - PUC Minas / FDC

**Prof^a. Dr^a. Maria Celeste Reis Lobo de Vasconcelos -
Faculdade de Ciências Humanas de Pedro Leopoldo**

Prof^a. Dr^a. Liliane de Oliveira Guimarães - PUC Minas / FDC

Belo Horizonte, 06 de dezembro de 2011

AGRADECIMENTOS

A minha orientadora, prof. Marta Araújo Tavares Ferreira, que tornou possível a realização deste trabalho.

A Regiane e a Sara pela compreensão e dedicação incondicionais durante todo o período de pesquisa e estudos.

A Solange e Laetitia que dedicaram-me especial atenção nos momentos de indefinição e dificuldades.

A Luciane pelo auxílio prestado ao longo deste trabalho.

Aos meus pais que sempre incentivaram o meu interesse pelos estudos.

A Mineradora e a todas as pessoas entrevistadas pela importante contribuição para este trabalho e para o meu desenvolvimento profissional.

RESUMO

Esta dissertação realizou uma pesquisa qualitativa baseada em estudos de casos em uma empresa mineradora nacional. Seu objetivo foi de avaliar o processo de geração de inovações pelo departamento de manutenção. Foi realizado um estudo de casos múltiplos e empregou, como meios de coleta de dados, a entrevista semi-estruturada acompanhada de análises de documentos. Foi desenvolvido um modelo de avaliação do processo de criação de conhecimento que foi empregado na análise dos casos selecionados. Os resultados mostram que a manutenção representa uma importante área para criação de conhecimentos e inovações incrementais para esta empresa. Avaliou-se ao final os aspectos organizacionais que influenciam o desenvolvimento de melhorias no sentido de incentivar ou de dificultar o processo.

Palavras-chave: Criação de conhecimento, inovação, manutenção industrial, mineração.

ABSTRACT

This thesis conducted a qualitative research based on case studies in a Brazilian mining company. Its objective was to evaluate the process of generating innovations by the maintenance department. We conducted a multiple case study and employed as a means of data collection, the semi-structured interview along with documents' analysis. We developed a model to evaluate the process of knowledge creation that has been used in the analysis of selected cases. The results showed that maintenance is an important area for the creation of knowledge and incremental innovation for this company. Was evaluated at the end of the organizational aspects that influenced the development of improvements to encourage or hinder the process.

Keywords: Knowledge creation, innovation, industrial maintenance, mining.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 : Espiral do conhecimento	23
Figura 2 : Modelo de cinco fases do processo de criação do conhecimento	26
Figura 3 : As cinco etapas no processo criativo	30
Figura 4: Contrapondo o modelo de Leonard e Swap (2003) com o modelo de Bessant e Tidd (2009)	33
Figura 5 : Necessidade de tecnologia externa	48
Figura 6 : Dimensões de uma aptidão estratégica	49
Figura 7 : Modelo desenvolvido para avaliação do processo de criação do conhecimento e inovação	52
Figura 8 : Organograma da Gerência de Manutenção da Mineradora	67
Figura 9 : Posição do Tripper-car no processo produtivo	72
Figura 10 : Desenho esquemático do antigo acionamento do Tripper-car ...	74
Figura 11 : Desenho esquemático do novo acionamento do Tripper-car	76
Figura 12: Processo de geração de conhecimento no projeto de novo acionamento para o Tripper-car	78
Figura 13: Ilustração da mesa para manutenção nos alimentadores de placas	80
Figura 14 : Processo de geração de conhecimento no projeto de desenvolvimento de mesa para manutenção nos alimentadores de placas	81
Figura 15: Processo de geração de conhecimento no projeto de desenvolvimento de instrumento de medição de velocidade de sedimentação	86

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 : Contribuição da indústria extrativa para os investimentos em inovação	14
Gráfico 2 : Evolução dos investimentos da indústria extrativa em inovação	15
Gráfico 3 : Evolução da produção na Mineradora	56
Gráfico 4 : Registro de idéias cadastradas no Programa de Idéias	70
Gráfico 5 : Participação das idéias da manutenção no Programa de Idéias	70
Gráfico 6 : Participação da manutenção na geração de idéias complexas no Programa de Idéias	71
Gráfico 7 : Participação das idéias de alto impacto da manutenção no Programa de Idéias	71
Gráfico 8 : Tempo de parada do Tripper-car em função de falhas no acionamento	73

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 : Dado, informação e conhecimento	19
Quadro 2 : Comparação entre os modelos do processo de criação de conhecimento	50
Quadro 3 : Critérios de seleção de projetos	57
Quadro 4 : Projetos selecionados	58
Quadro 5 : Planejamento do número de entrevistas	61
Quadro 6 : Documentos analisados	61
Quadro 7 : Categorias de análise e questões	64
Quadro 8 : Critérios de avaliação das idéias e avaliadores do Programa de Idéias	69
Quadro 9: Avaliação da importância das atividades geradoras de conhecimento em cada caso estudado	87
Quadro 10: Resumo dos aspectos incentivadores e dificultadores do processo de inovação encontrados	92

LISTA DE SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

CEO - Chief Executive Officer, diretor presidente.

EnAnpad - Encontro da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Administração

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

NBR - Norma Brasileira

P&D - Pesquisa e Desenvolvimento

PINTEC - Pesquisa de Inovação Tecnológica

TPM - Total Productive Maintenance

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1. O conhecimento, as organizações e a competência tecnológica	18
2.2. A criação do conhecimento nas organizações.....	22
2.3. Inovação na organização.....	28
2.4. Inovação e criatividade	29
2.5. Inovação, informação e conhecimento tácito.....	34
2.6. As atividades criadoras e difusoras do conhecimento	36
2.6.1. <i>A solução compartilhada de problemas</i>	38
2.6.2. <i>Integração de novas tecnologias e novas metodologias</i>	40
2.6.3. <i>Experimentação formal e informal constante</i>	43
2.6.4. <i>Busca de know-how de fontes externas</i>	46
2.7. Modelo desenvolvido para a pesquisa.....	49
3. METODOLOGIA DA PESQUISA	54
3.1. Estratégia e método de pesquisa	54
3.2. Unidades Empíricas.....	55
3.4. Estratégia de análise de dados.....	62
4. ESTUDOS DE CASOS.....	66
4.1. O Contexto da Manutenção	66
4.2. O Programa de Idéias.....	68
4.3. Caso 1: Redutor planetário para a translação do Tripper-car	72
4.4. Caso 2: Mesa para troca de esteira dos alimentadores de placas	78
4.5. Caso 3: Medidor de velocidade de sedimentação	81
4.6. Análise dos Resultados	85
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	92
APÊNDICE A - Questionário para entrevista das equipes de projeto.....	99
APÊNDICE B - Questionário para entrevista dos gestores	102
APÊNDICE C - Questionário para entrevista do ex-CEO de uma Siderúrgica.....	105

1. INTRODUÇÃO

A função manutenção tem visto seu status alterado, passando a ser considerada um processo estratégico para as organizações, principalmente após o movimento japonês denominado TPM (Manutenção produtiva total, em inglês). Em função do aumento deste recente reconhecimento para os resultados das organizações, a manutenção também tem evoluído, passando de uma função especializada em consertar o equipamento após sua quebra para uma função voltada para prevenir quebras e aumentar o tempo disponível do equipamento para a produção (QUINELLO; NICOLETTI, 2005). Para que a manutenção fosse capaz de alterar sua estratégia de atuação, foram necessários desenvolvimentos de novas técnicas de previsão e prevenção de quebras e, sobretudo, uma mudança do modelo mental do pessoal de manutenção. O novo modelo mental preconiza que a manutenção deve, além de restaurar o equipamento ao seu estado original, introduzir melhorias nestes equipamentos e nos processos de modo a maximizar o uso dos ativos industriais (WIREMAN, 2005; KARDEC, NASCIF, 2001; SIQUEIRA, 2005). Xenos (1998, p.19) corrobora esta afirmação com a seguinte prescrição:

[...] as atividades de manutenção também devem envolver a modificação das condições originais do equipamento através da introdução de melhorias para evitar a ocorrência ou reincidência de falhas, reduzir o custo e aumentar a produtividade.

Desta forma, surge uma nova demanda de competência do pessoal de manutenção que se refere à capacidade de melhorar os ativos industriais e influenciar de maneira positiva os resultados organizacionais, a chamada competência tecnológica inovadora.

A competência tecnológica vem sendo estudada por diversos autores (por exemplo, FIGUEIREDO, 2003; TACLA; FIGUEIREDO, 2003; ROSAL; FIGUEIREDO, 2006; SANTOS, 2006). A competência tecnológica diz respeito ao conhecimento e habilidades necessárias ao trabalho a ser realizado (SANTOS, 2006). Já as competências tecnológicas inovadoras são os recursos adicionais e

distintos para gerar e gerir atividades tecnológicas inovadoras (TACLA; FIGUEIREDO, 2003).

A competência tecnológica é incorporada na organização através do processo de aprendizagem tecnológica. Tacila e Figueiredo (2003) definem aprendizagem organizacional como o conjunto de vários processos pelos quais o conhecimento é adquirido pelos indivíduos e convertido para o nível organizacional, ou seja, os processos pelos quais a aprendizagem individual se converte em aprendizagem organizacional. Do ponto de vista da manutenção, a aprendizagem mostra-se como um imperativo e um grande desafio diante da crescente velocidade de mudanças tecnológicas e do posicionamento estratégico das organizações que indica a terceirização de parte dos serviços de manutenção (WIREMAN, 2005; KARDEC; NASCIF, 2001).

O processo de aprendizagem organizacional se inicia com a aquisição e desenvolvimento de conhecimentos, passa à disseminação do conhecimento e se encerra com a construção da memória (FLEURY; FLEURY, 2001). Esta pesquisa se concentra na primeira etapa que diz respeito à criação e ao desenvolvimento de conhecimento.

A geração do conhecimento pela manutenção em uma empresa de mineração dentro deste novo contexto será o objeto de pesquisa deste trabalho. A criação do conhecimento em empresas industriais vem sendo estudada por diversos autores que a avaliaram em empresas siderúrgicas tanto do ponto de vista intra-empresarial (LEONARD-BARTON, 1992 e 1998) quanto do ponto de vista inter-empresarial (FIGUEIREDO, 2003), em empresas de equipamentos de capital para a indústria de papel e celulose (TACLA; FIGUEIREDO, 2003), em setores de desenvolvimento de novos produtos de empresas de manufatura (VON HIPPEL; TYRE, 1995; NONAKA; TAKEUCHI, 1997), entre outros. Os objetivos variam desde estabelecer os pontos em comum entre os setores (SOO et al, 1999), do ponto de vista das fontes de conhecimento externo para as organizações (LINDER et al, 2003), a forma como se dá em função dos diferentes graus de inovação (STEFANOVITZ, 2006), até a caracterização dos sistemas nacionais de inovação (FLEURY; FLEURY, 2008).

Porém, no contexto da manutenção, não são muitos os trabalhos que tratam do tema de criação do conhecimento. Rosal e Figueiredo (2006), por exemplo, abordando a questão da aprendizagem corporativa e acumulação tecnológica, avaliam a evolução da aprendizagem tecnológica no setor de manutenção de uma empresa geradora de energia elétrica sem, entretanto, avaliar a forma como se dá o processo de criação do conhecimento. Santos (2006), por sua vez, desenvolve um modelo de avaliação da gestão da competência técnica do departamento de manutenção de uma refinaria de petróleo sem, no entanto, se aprofundar em como o conhecimento é criado na organização. Já Fuentes (2006) trata da inovação no departamento de manutenção, desenvolvendo para isso um modelo de gestão, mas a criação do conhecimento com vistas à inovação tecnológica não é tratada. Adicionalmente, foram pesquisados os anais do Encontro da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Administração do ano 2005 a 2008 e nenhum artigo relacionando a criação de conhecimento pela manutenção industrial foi localizado. Desta forma, acredita-se que a contribuição da função manutenção para a criação do conhecimento organizacional vem sendo, de certa forma, negligenciada.

A presente dissertação pretende colaborar para a análise da contribuição da manutenção para a criação do conhecimento organizacional, avaliando a dinâmica da criação do conhecimento na manutenção industrial de uma empresa de mineração. A partir dos modelos propostos por Leonard-Barton (1998) e Leonard e Swap (2003), que analisam o processo de inovação e as atividades geradoras do conhecimento, complementados pelas contribuições de outros autores, foi desenvolvido um modelo que foi utilizado para a avaliação do processo através do qual a função manutenção cria conhecimento e contribui para a inovação na Mineradora.

Desta forma, define-se a pergunta central da pesquisa: *Como se dá a contribuição do departamento de manutenção para o processo de criação do conhecimento e inovação em uma empresa mineradora?*

O investimento e a frequência em inovações no Brasil têm se mostrado muito inferiores em relação aos países desenvolvidos ou mesmo aos outros

países de industrialização recente (FLEURY; FLEURY, 2008) . Quando se analisa o setor da indústria extrativa, ao qual pertence a mineração, nota-se um cenário ainda mais frágil. O investimento em inovação da indústria extrativa brasileira, segundo a pesquisa PINTEC desenvolvida pelo IBGE, representava em 2005 apenas 1,65% do investimento total em inovação do país e em 2008 apresentou uma retração chegando a 0,92%.

Contribuição da indústria extrativa nos investimentos em inovação

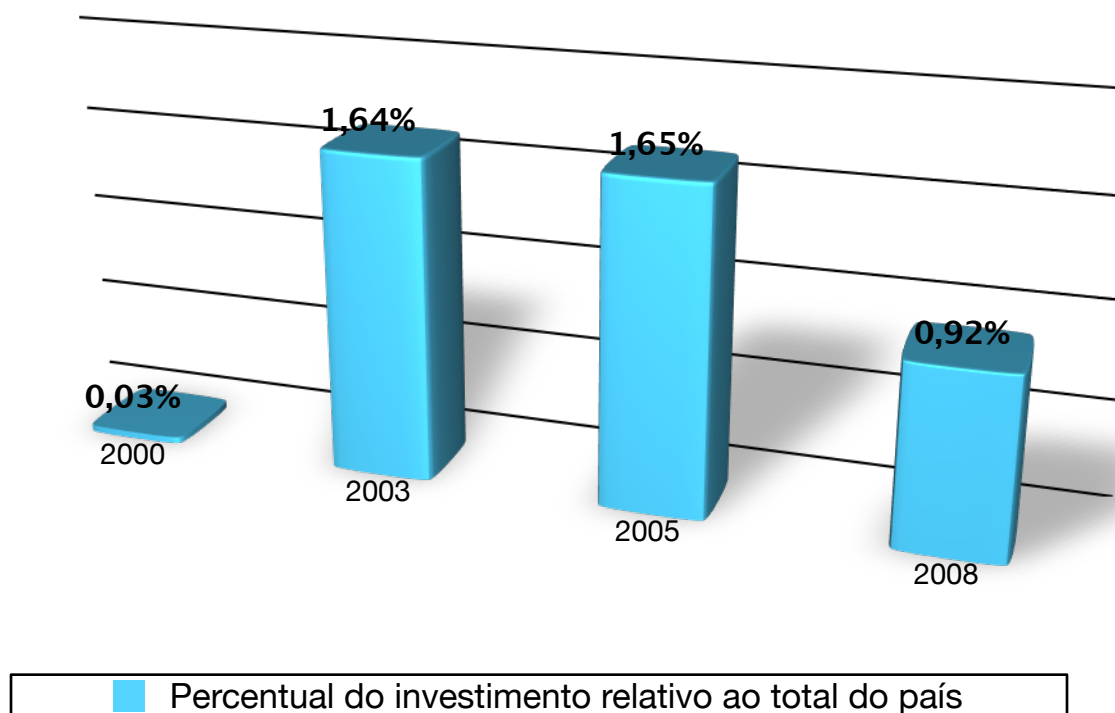


Gráfico 1: Contribuição da indústria extrativa para os investimentos em inovação
Fonte: Pesquisa de Inovação Tecnológica 2000, 2003, 2005, 2008

Ainda assim, a destinação dos recursos para inovação neste setor são ainda menores se forem considerados apenas aqueles destinados à P&D. A despeito deste cenário, verifica-se no Gráfico 2 um aumento expressivo do investimento em inovação entre 2000 e 2005 mesmo sem um aumento significativo do número de empresas inovadoras. Essa tendência pode indicar um

despertar das empresas do setor para o potencial de ganhos a serem obtidos através da inovação de produtos e processos. Entretanto, os investimentos em 2008 apresentaram uma redução de 27% em relação a 2005.

Evolução dos investimentos da indústria extrativa em inovação

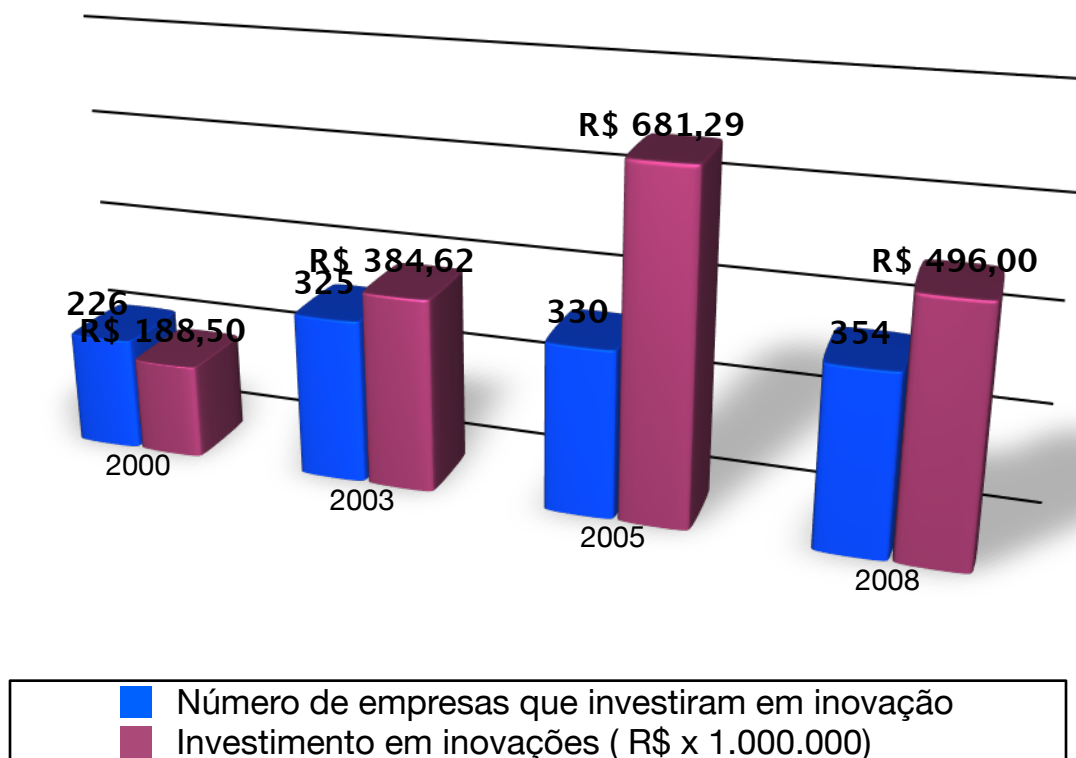


Gráfico 2: Evolução dos investimentos da indústria extrativa em inovação
 Fonte: Pesquisa de Inovação Tecnológica 2000, 2003, 2005, 2008

Estes níveis de investimento, apesar de representarem uma dificuldade para o desenvolvimento do país, indicam que há um expressivo espaço para o desenvolvimento de pesquisas e investimentos em inovação no setor extrativo brasileiro. Avalia-se que as organizações que conseguirem diferenciar seu processo produtivo através da implantação de melhorias terão vantagens de custos e qualidade do produto com relação ao setor. Este é um motivo suficiente

para justificar um estudo sobre inovação em empresas do setor extrativo brasileiro.

Por outro lado, em se tratando de pesquisa em inovação tecnológica, de um modo geral esta tem privilegiado as inovações de maior vulto ou preferencialmente relacionadas à gestão da produção ou ao desenvolvimento de produtos (NONAKA ; TAKEUCHI, 1997; FIGUEIREDO, 2003; LEONARD-BARTON, 1998; VON HIPPEL, 2002; TACLA; FIGUEIREDO, 2003; LINDER et al, 2003; SOO et al, 1999). Estas pesquisas têm, de certa forma, negligenciado a contribuição da manutenção enquanto fonte de inovação e seu papel na aprendizagem tecnológica das organizações. Pretende-se, então, preencher de alguma forma esta lacuna nos estudos sobre inovação, investigando o processo de geração do conhecimento na função manutenção.

Adicionalmente, este trabalho, contribuindo para o entendimento dos processos de criação de conhecimento e inovação, fornecerá insumos para a gestão do departamento de manutenção da Mineradora pesquisada no sentido de estimular as atividades geradoras de conhecimento e ampliar a contribuição da manutenção para a inovação na empresa.

Assim a presente dissertação tem por objetivo analisar como se dá a contribuição do departamento de manutenção para o processo de criação do conhecimento e inovação em uma empresa mineradora. Adicionalmente, os objetivos específicos deste trabalho são:

- a) Verificar as características das atividades geradoras de conhecimento, segundo o modelo de Leonard-Barton (1998) complementado por Leonard e Swap (2003), Nonaka e Takeuchi (1997) e Bessant e Tidd (2009), no setor de manutenção pesquisado;
- b) Desenvolver um modelo para avaliação da contribuição da manutenção para a criação do conhecimento e inovação em uma empresa mineradora;
- c) Aplicar o modelo para análise dos casos de inovação selecionados, analisando a contribuição da manutenção para a geração de conhecimento.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. O conhecimento, as organizações e a competência tecnológica

Davenport e Prusak (2003) dizem que existe entre as empresas, hoje, a progressiva convicção de que entender o conhecimento é fundamental para o sucesso e, talvez, para a sobrevivência das organizações. O ativo imaterial de uma empresa só terá valor real se as pessoas souberem o que fazer com ele.

Se conhecimento pode ser definido como “saber fazer” e “saber fazer” define o que a empresa é, então, o conhecimento realmente é a empresa num sentido importante. [...] A única vantagem sustentável que uma empresa tem é aquilo que ela coletivamente sabe, a eficiência com que ela usa o que sabe e a prontidão com que ela adquire e usa novos conhecimentos (DAVENPORT; PRUSAK, 2003).

O conceito, entretanto, do que é o conhecimento precisa ser discutido antes de se passar à sua utilização nas organizações e ele, o conhecimento, depende de dois outros elementos: os dados e a informação.

Os dados são, em um contexto organizacional, utilitariamente descritos como registros estruturados de transações (DAVENPORT; PRUSAK, 2003). Eles não possuem em si nenhum significado ou relevância mas são eles que uma vez analisados e interpretados darão origem às informações.

A informação pode ser descrita como a “mensagem”, geralmente na forma de um documento ou uma comunicação audível ou visível. A informação, ao contrário do dado, está carregada de um sentido ou significado. Os dados são transformados em informações quando lhes são acrescentados significados (DAVENPORT; PRUSAK, 2003). Alguns métodos de como se pode transformar dados em informações atribuindo-lhes valor são enumerados por Davenport e Prusak (2003): (a) contextualização: sabemos qual a finalidade dos dados coletados; (b) categorização: conhecemos as unidades de análise ou os componentes essenciais dos dados; (c) cálculo: os dados podem ser analisados

matemática ou estatisticamente; (d) correção: os erros são eliminados dos dados; (e) condensação: os dados podem ser resumidos para uma forma mais concisa.

Já o conhecimento se mostra mais desafiador quando se tenta atribuir-lhe uma definição. Diversas definições são trazidas de modo a se criar um entendimento amplo da conceito:

[...] 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. Ele tem origem e é aplicado na mente dos conhecedores. Nas organizações, ele costuma estar embutido não só em documentos ou repositórios, mas também em rotinas, processos, práticas e normas organizacionais (DAVENPORT; PRUSAK, 2003)

O conhecimento, a despeito das múltiplas interpretações que o termo recebe, traz em si um conjunto de informações pertinentes a um sistema de relações críticas e valorativamente elaborado. Conhecimento não é sinônimo de acúmulo de informações, mas um agrupamento articulado delas por meio de legitimação empírica, cognitiva e emocional. O termo “conhecimento” significa compreender todas as dimensões da realidade, captando e expressando essa totalidade de forma cada vez mais ampla e integral (ANGELONI, 2002)

O conhecimento apresenta características que são convencionais, mas também possui características que não se ajustam às análises econômicas ou organizacionais convencionais. Descobrimos que o conhecimento tem características de extensibilidade e de contextualidade que o transformam em “bem público”, além de características que lhe permitem ser comprado e vendido, podendo, assim, ser um bem “privado” (FLEURY; OLIVEIRA JR., 2001)

Por estas definições percebe-se que o ser humano é o valor central na sua criação e é o único capaz de transformar a informação em conhecimento, o que pode se dar por (DAVENPORT; PRUSAK, 2003): (a) comparação: de que forma as informações relativas a esta situação se comparam a outras situações conhecidas? (b) consequências: que implicações estas informações trazem para as decisões e tomadas de ação? (c) conexões: quais as relações deste novo conhecimento com o conhecimento já acumulado? (d) conversaço: o que as outras pessoas pensam desta informação?

Dados, informação e conhecimento são comparados no Quadro 1 elaborado por Stefanovitz (2006):

	Dado	Informação	Conhecimento
Atributos	Não possui contexto Não é orientados para a ação Não têm significado em si mesmo Registro sem propósito	Possui contexto Organizada com algum propósito Possui emissor e receptor	Possui contexto É produto da aprendizagem Experiência e informação contextualizadas
Componentes	Números Palavras Sons Imagens	Comunicações audíveis ou visíveis Declarações Documentos	Cognitivos: crenças, conceitos, metodologias, técnicas, valores, insights. Emocionais: intuição, paixão, pressentimento, valores. Cognitivo-comportamental: atitudes, competências.
Instrumentalidade	Registro de um evento Matéria-prima para a criação de informação	Matéria-prima para a criação do conhecimento	Matéria-prima da tomada de decisão Matéria-prima da resolução de problemas
Localização	Na natureza Nas bases de dados	Textos Manuais Arquivos Mídias	Nas pessoas Nos grupos Nas organizações

Quadro 1: Dado, informação e conhecimento
Fonte: Stefanovitz (2006)

O conhecimento pode ainda ser classificado de diversas formas. A classificação mais usual e a que será extensivamente utilizada neste trabalho é a que o divide em dois tipos: (a) conhecimento tácito e (b) conhecimento explícito. Stefanovitz (2006) afirma que o reconhecimento da natureza tácita do conhecimento se deve, em grande parte, ao trabalho clássico do cientista e filósofo Polanyi (apud STEFANOVITZ, 2006). Este autor concluiu que todo o conhecimento de um ser humano não pode ser completamente verbalizado, uma parte dele restando tácita.

O conhecimento tácito, na definição de Takeuchi e Nonaka (2008), não é facilmente visível e explicável; pelo contrário, é altamente pessoal e difícil de formalizar. A comunicação e compartilhamento do conhecimento tácito são difíceis. Nonaka e Takeuchi (1997) prescrevem a construção de analogias e metáforas

como as formas mais efetivas de se comunicar ou compartilhar este tipo de conhecimento.

Já o conhecimento explícito é aquele que pode ser expresso em palavras, números ou sons, e compartilhado na forma de dados, fórmulas científicas, recursos visuais, fitas de áudio, especificações de produtos ou manuais. Este conhecimento pode ser transmitido formal e sistematicamente de forma fácil aos indivíduos (TAKEUCHI; NONAKA, 2008).

Mas como o conhecimento se transforma em competência tecnológica? Tacla e Figueiredo (2003) definem competência tecnológica como os recursos necessários para gerar e gerir mudanças tecnológicas. Pode ser entendida como a habilidade da empresa para realizar atividades em produtos, processos e organização da produção, sistemas organizacionais, equipamentos e engenharia de projetos. Esta competência pode ser de rotina ou inovadora. As competências de rotina - ou competências para usar certa tecnologia - são definidas como os recursos para produzir bens e serviços com determinado nível de eficiência, usando-se uma combinação de fatores: habilidades, equipamentos, especificações de produtos e de produção, sistemas e métodos organizacionais. Competências inovadoras são os recursos adicionais e distintos para gerar e gerir atividades tecnológicas inovadoras. As competências tecnológicas podem ser acumuladas na empresa não apenas em termos de sistemas físicos e conhecimento técnico armazenado nas mentes de engenheiros, projetistas, técnicos e gerentes, mas, principalmente, em procedimentos e rotinas das várias áreas funcionais da empresa; em outras palavras, em seu sistema organizacional (TACLA; FIGUEIREDO, 2003).

A competência tecnológica é incorporada na organização através do processo de aprendizagem tecnológica. Tacla e Figueiredo (2003) definem aprendizagem organizacional como o conjunto de vários processos pelos quais o conhecimento é adquirido pelos indivíduos e convertido para o nível organizacional, ou seja, os processos pelos quais a aprendizagem individual se converte em aprendizagem organizacional.

2.2. A criação do conhecimento nas organizações

Nonaka e Takeuchi (1997, p.1) conceituam que “por criação do conhecimento organizacional entendemos a capacidade de uma empresa de criar novo conhecimento, difundi-lo na organização como um todo e incorporá-lo a produtos, serviços e sistemas.” Nonaka (1994) acrescenta que a criação do conhecimento organizacional é fruto do diálogo contínuo entre o conhecimento tácito e o conhecimento explícito.

Ainda tratando de conhecimento, Choo (2006) discute a criação e o uso da informação nas organizações. A informação é criada e utilizada em três arenas distintas: a formulação de sentido para as mudanças do ambiente externo; a criação, organização e processamento de informações de modo a gerar novos conhecimentos (aprendizado); e a busca e avaliação das informações de modo a tomar decisões importantes (CHOO, 2006).

A fase da criação de significado consiste em avaliar as informações sobre o ambiente, interpretá-lo e escolher quais as informações relevantes para a organização. O objetivo imediato desta fase é construir um consenso sobre o que é a organização e o que ela está fazendo. Já o objetivo de longo prazo é garantir que a organização se adapte e continue prosperando num ambiente dinâmico (CHOO, 2006). Entretanto, em se tratando de grandes mudanças, a aceitação do novo significado não é fácil conforme observou Bessant e Tidd (2009). O principal empecilho nesta etapa é a síndrome do “não inventado aqui” em que a organização falha em ver o potencial de uma nova idéia ou decide que ela não se encaixa no seu padrão atual de negócio. O caso clássico para exemplificar este ponto foi a tentativa de Alexander Graham Bell de tentar vender seu recém inventado telefone para a Western Union. Os executivos desta empresa entenderam que o invento não possuía valor comercial e o rejeitaram. Vinte anos mais tarde a empresa criada por Bell para comercializar o telefone se tornaria a maior corporação da América (TIDD et al, 2001).

O uso da informação na tomada de decisões inclui o processamento e análise da informação a partir das alternativas disponíveis. Apesar dos conflitos de interesses, negociações e limitações, este é um processo idealmente racional que precede a ação da organização (CHOO, 2006).

O outro uso da informação, na criação do conhecimento, permite à organização “desenvolver novas capacidades, criar novos produtos e serviços, aperfeiçoar os já existentes e melhorar os processos organizacionais” (CHOO, 2006). Nesta fase, o principal processo é a criação do conhecimento descrito por Nonaka e Takeuchi (1997). Este processo é composto por diversos ciclos de conversão do conhecimento.

A conversão do conhecimento se dá entre os dois tipos possíveis: tácito e explícito. Existem quatro possibilidades para tanto, que formam a espiral de criação do conhecimento representada na Figura 1.



Figura 1: Espiral do conhecimento
Fonte: Nonaka e Takeuchi (1997)

A primeira possibilidade, chamada “socialização”, trata do compartilhamento de experiências configurando, portanto, a troca e conversão de conhecimento tácito em conhecimento tácito. A socialização está relacionada a processos de grupo e à cultura organizacional. Em se tratando de cultura organizacional, Dombrowski et al. (2007) identificaram oito aspectos da cultura que criam o contexto para a inovação e que são especialmente úteis para se avaliar o ambiente organizacional com relação à predisposição à socialização, a saber: declarações inovadoras de missão e visão, comunicação democrática, espaços seguros, flexibilidade, colaboração, expansão de fronteiras, incentivos e liderança.

A segunda possibilidade, denominada “externalização”, refere-se à transformação do conhecimento tácito adquirido na socialização em conhecimento explícito. “É um processo de criação de conhecimento perfeito, na medida em que o conhecimento tácito se torna explícito, expresso na forma de metáforas, analogias, conceitos, hipóteses ou modelos” (NONAKA; TAKEUCHI, 1997, p.71) Na externalização o uso de analogias e metáforas se torna quase que um imperativo. Isto se dá pela grande dificuldade em se verbalizar determinados conhecimentos e pelo poder de associação destes artifícios (NONAKA; TAKEUCHI, 1997).

A conversão de conhecimento explícito em conhecimento explícito é chamada neste modelo de “combinação” e é um processo de sistematização de conceitos em um sistema de conhecimento. Este modo de conversão combina diversos conhecimentos explícitos que, uma vez reunidos, organizados e conciliados, produzem novos conhecimentos. Trata-se, por exemplo, de desdobrar orientações estratégicas em orientações táticas (NONAKA; TAKEUCHI, 1997).

A última possibilidade de conversão do conhecimento, a “internalização”, que trata da conversão do conhecimento explícito em conhecimento tácito, é um processo sustentado basicamente pelo “aprender fazendo”. Neste modo de conversão, a utilização de documentos, manuais e histórias verbais tem papel destacado. Esta documentação auxilia o indivíduo a transformar o conhecimento explícito em tácito (NONAKA; TAKEUCHI, 1997).

Nonaka e Takeuchi (1997) defendem também que, para que haja efetivamente a criação do conhecimento na organização, é necessário que seja criado o contexto para tal. Para estes autores, o contexto é criado pelas condições capacitadoras. Estas condições são a intenção, autonomia, flutuação e caos criativo, redundância e variedade de requisitos.

A primeira delas é a “intenção” definida como a “aspiração de uma organização às suas metas” (NONAKA; TAKEUCHI, 1997, p.83). Em geral, a estratégia é a forma pela qual a organização busca a intenção.

A segunda condição é a “autonomia”. Ao permitir e estimular esta autonomia a organização aumenta sua chance de encontrar novas oportunidades. Indivíduos com maior autonomia tendem a se automotivar e a se auto-organizar, o que faz com que a organização seja mais propensa a ser flexível ao adquirir, interpretar e relacionar informações (NONAKA; TAKEUCHI, 1997).

A terceira condição é a existência de “flutuação e caos criativo”. Esta condição consiste na inserção de elementos que afetam de forma significativa a rotina da organização (NONAKA; TAKEUCHI, 1997). Esta “desordem” intencional provoca o que Nonaka e Takeuchi (1997) chamam de caos criativo. A flutuação faz com que os indivíduos questionem seus conceitos e práticas, estimulando-os a buscar novas soluções criativas para os problemas.

A quarta condição é a “redundância”. Ela se refere à “superposição intencional de informações sobre atividades da empresa, responsabilidades da gerência e sobre a empresa como um todo” (NONAKA; TAKEUCHI, 1997, p.92).

A última condição é a “variedade de requisitos”. Os integrantes da organização devem ter competências e experiências variadas para enfrentar o ambiente em que a organização está inserida. Além da variedade de requisitos entre os membros da empresa, deve haver preocupação com o acesso rápido às informações necessárias (NONAKA; TAKEUCHI, 1997).

A compreensão dos quatro modos de conversão do conhecimento e das condições capacitadoras é fundamental para o entendimento do processo de criação do conhecimento desenhado por Nonaka e Takeuchi (1997). Este processo compreende cinco fases: (a) compartilhamento do conhecimento tácito;

(b) criação de conceitos; (c) justificação dos conceitos; (d) construção do arquétipo; e (e) difusão interativa do conhecimento (FIGURA 2).

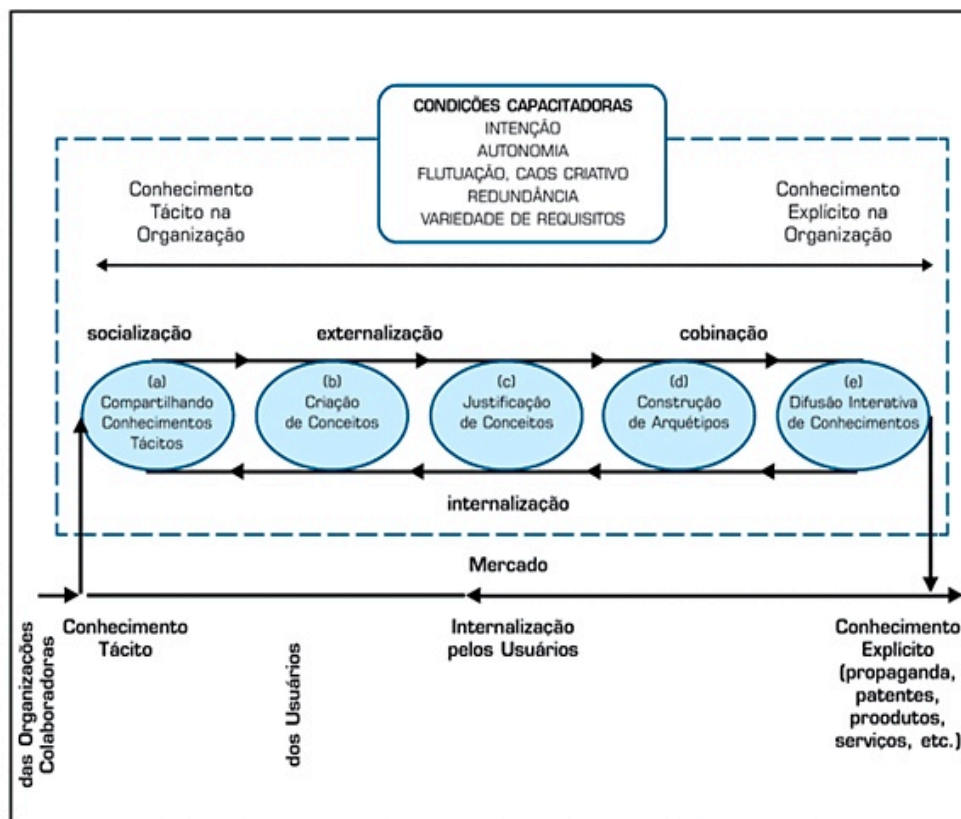


Figura 2: Modelo de cinco fases do processo de criação do conhecimento
Fonte: Nonaka e Takeuchi (1997)

O modelo de Nonaka e Takeuchi (1997) descreve o processo de criação do conhecimento iniciando-se pelo compartilhamento de conhecimento tácito entre os indivíduos da organização. Este processo de socialização amplifica o conhecimento rico e inexplorado dos indivíduos pela organização. À seguir, são criados conceitos à partir do compartilhamento do conhecimento tácito dos indivíduos. Utilizando-se métodos de raciocínio como analogias e metáforas o conhecimento tácito é transformado em explícito o chamado processo de externalização. A terceira etapa, identificada como justificação de conceitos, consiste em validar junto à organização os conceitos criados. Sustentados pela definição de que o conhecimento é definido como “uma crença verdadeira

justificada” (NONAKA; TAKEUCHI, 1997), os autores afirmam que os conceitos criados precisam ser justificados para a organização idealmente nesta etapa. A quarta fase compreende a construção de um arquétipo que pode ser um protótipo, no caso de desenvolvimento de um novo produto, ou um mecanismo operacional modelo, no caso de serviço ou inovação organizacional. Nesta fase predomina o processo da combinação que concilia o novo conhecimento desenvolvido com o conhecimento existente. A última etapa, que é também o início de um próximo ciclo, consiste na difusão interativa do conhecimento criado. Nonaka e Takeuchi (1997) afirmam que o processo de criação de conhecimento é interminável e que se atualiza constantemente. Esta etapa fornece conhecimentos para um novo ciclo como também atualiza o conhecimento organizacional (NONAKA; TAKEUCHI, 1997).

Partindo de uma perspectiva mais ampla, Soo et al (1995) definem cinco dimensões para avaliar o processo de criação do conhecimento: (a) a aquisição de informação e conhecimento em redes de interação, (b) a integração do conhecimento interno e externo, (c) a criação de novo conhecimento na aplicação da informação e conhecimento na solução de problemas, (d) o impacto do novo conhecimento na inovação e desempenho da firma e (e) o papel que fatores específicos individuais e organizacionais desempenham no processo global. Neste conjunto de dimensões, Soo et al (2005) destacam não somente a operacionalização da criação do conhecimento mas os impactos desta no desempenho da organização, bem como os papéis desempenhados pelos indivíduos com vistas à geração de conhecimento.

Pfeffer e Sutton (1999) trazem uma contribuição fundamental para o entendimento de que a geração do conhecimento depende da ação organizacional para se transformar em inovação. Segundo estes autores, apesar de muitos bilhões de dólares serem gastos em treinamentos gerenciais e consultorias, muitas empresas falham em transformar seu conhecimento em ações. Mesmo não havendo uma resposta simples para a solução da “lacuna do saber fazer”, o principal ponto identificado por Pfeffer e Sutton (1999) é que o aprendizado do saber fazer se dá, na maioria das vezes, fazendo. Há limites no aprendizado

através de livros, palestras e cursos que só são superados através da experiência obtida da ação. Portanto é importante avaliar-se o processo de criação de conhecimento e geração de inovações no contexto das organizações.

2.3. Inovação na organização

O tema inovação, conforme observou Hargadon e Sutton (2002), está na lista de prioridades da maioria dos CEO's da atualidade. Novos produtos, novos serviços ou novos mercados são os propulsores de mudanças de patamares no desempenho das empresas. Também observada do ponto de vista interno da organização, a inovação incorporada a novos processos, novos equipamentos de produção e novos arranjos industriais representa possibilidades de se obter vantagens competitivas. A questão, entretanto, que se busca entender é como se dá o mecanismo de geração de novas idéias que serão transformadas efetivamente em inovações de sucesso.

A definição de inovação passa pela origem desta palavra: do latim *in* e *novare* significam fazer algo novo, alterar. Entretanto, se faz necessário detalhar um pouco mais e para isto utilizaremos as definições abaixo extraídas do texto de Bessant e Tidd (2009):

Inovação é a exploração bem-sucedida de novas idéias. (Innovation Unit, Department of Trade and Industry, Reino Unido, 2004)

A inovação não implica, necessariamente, a comercialização apenas de grandes avanços tecnológicos (uma inovação radical), mas também inclui a utilização de mudanças em pequena escala no saber tecnológico (uma melhora ou inovação incremental). (ROY ROTHWELL; GARDINER, 1985)

Adicionalmente, Bessant e Tidd (2009), destacam que a inovação deve ser vista tanto do ponto de vista da produção de uma inovação quanto do ponto de vista do processo em que ela será obtida.

Mas o que pode ser mudado com a inovação? Bessant e Tidd (2009) descrevem quatro dimensões de mudança, também chamados de 4 P's da

inovação: (a) inovação de produto - mudanças nos produtos/serviços que a empresa oferece; (b) inovação de processo - mudanças nas formas em que os produtos/serviços são criados e ofertados ou apresentados ao consumidor; (c) inovação de posição - mudanças no contexto em que produtos/serviços são introduzidos; (d) inovação de paradigma - mudanças nos modelos mentais básicos que norteiam o que a empresa faz.

Além do que pode ser mudado, existem outras duas perspectivas nas quais as inovações se enquadram. A primeira se refere ao grau de novidade envolvido. Inovações em que o processo ou produto é significativamente alterado, ou aquelas que alteram todo um setor ou a forma como o mercado se organiza são chamadas inovações radicais. As alterações em produtos/serviços quando suas características funcionais ou de design são alteradas em pequena escala são chamadas inovações incrementais. (BESSANT; TIDD, 2009)

A segunda perspectiva diz respeito à abrangência da inovação. Ela pode se dar no nível do componente ou no nível do sistema. No nível do componente pode ser exemplificada como a mudança de um transistor de um “microchip” e, no nível do sistema, seria a alteração do arranjo dos componentes na placa de um computador.

2.4. Inovação e criatividade

A inovação corporativa, apesar da imagem recorrente da idéia brilhante de um gênio solitário, muitas vezes não está associada ao trabalho individual. Apesar de existirem indivíduos particularmente criativos, a inovação, no conceito de Leonard e Swap (2003), “resulta de um *processo* criativo que inevitavelmente inclui pessoas que não se definem como criativas ou brilhantes.” O grupo de pessoas é que deve ser criativo à despeito da criatividade individual de seus elementos.

Segundo Leonard e Swap (2003), a inovação como um processo criativo segue as cinco etapas ilustradas na Figura 03 e listadas à seguir: preparação, oportunidade de inovação, divergência (geração de opções), incubação e convergência (seleção de opções) (LEONARD; SWAP, 2003).

A primeira etapa do processo criativo, chamada preparação, trata do conhecimento e experiência profundos e relevantes que precedem a manifestação criativa. Neste aspecto, uma vez mais, o grupo tem vantagem sobre o indivíduo pela capacidade de armazenamento e vivência de mais conhecimentos e experiências. Entretanto, Leonard e Swap (2003) sublinham que os grupos só serão melhores se portarem conhecimento útil, acessível, compartilhável, processável e sintetizável.



Figura 3: As cinco etapas no processo criativo
Fonte: Leonard e Swap (2003)

A segunda etapa, chamada oportunidade de inovação, diz respeito à identificação de oportunidades. Mas como se identifica oportunidades? O gatilho para o processo criativo nesta etapa, lembram Leonard e Swap (2003), pode ser uma oportunidade de melhora ou uma ameaça que exige resposta imediata para se garantir a sobrevivência. Quase sempre o estímulo à criatividade vem na forma de um problema a ser resolvido e, freqüentemente, uma oportunidade surge da implantação de uma inovação anterior.

A terceira etapa, a geração de opções, preconiza a divergência de pensamentos. Neste momento o mais importante é a geração de opções por mais absurdas que possam parecer à princípio. A geração é um processo social que

demanda pensamentos divergentes e intensa interação entre os membros do grupo (LEONARD; SWAP, 2003).

Após a etapa de divergência é necessário um tempo para que as pessoas reflitam sobre as opções levantadas. Esta é a chamada etapa da incubação. Este momento de análise individual precede ao momento de convergência de idéias e parece ser essencial para o processo criativo (LEONARD; SWAP, 2003).

Por fim, busca-se a convergência das opções selecionando-se aquelas que se mostram mais adequadas aos objetivos do processo. Muitas vezes nesta fase não se encontram opções viáveis e todo o processo deve ser reiniciado. Além disto, a inovação não termina na seleção da idéia mais interessante: um novo ciclo é reiniciado para a implantação da inovação (LEONARD; SWAP, 2003).

Bessant e Tidd (2009) discutem como se dá o processo de união entre criatividade e inovação. Para estes autores, a criatividade é fundamental na concepção inicial da idéia e é um processo fundamentalmente individual ao contrário do que defendem Leonard e Swap (2003). Entretanto, este é apenas o início do processo inovador. As etapas seguintes exigem centenas de exercícios de identificação e solução de problemas. Nestas etapas predominam o trabalho em equipe e também a criatividade para a solução dos problemas identificados.

A prática e o estudo da inovação podem ser abordados a partir de três perspectivas (BESSANT; TIDD, 2009): (a) pessoal ou individual, que enfatiza o papel da criatividade; (b) coletiva ou social, que enfatiza a contribuição de equipes e grupos e (c) contextual, que focaliza as estruturas, o ambiente, os processos e as ferramentas.

Para que seja possível aprofundar nestas perspectivas faz-se necessário definir criatividade. Para tal, utilizaremos o conceito desenvolvido por Bessant e Tidd (2009):

A criatividade é a criação e a comunicação de novas conexões importantes que nos permitem pensar em muitas possibilidades, experimentar formas variadas e utilizar diferentes pontos de vista; que nos permitem pensar em possibilidades novas e incomuns; e que nos leva a gerar e selecionar alternativas. Essas novas conexões e possibilidades devem resultar em algo valioso para o indivíduo e o grupo, para a empresa ou sociedade. (BESSANT; TIDD, 2009)

Leonard e Swap (2003) também apresentam um conceito de criatividade em que a utilidade do resultado é um ponto fundamental:

Criatividade é um processo para desenvolver e expressar idéias novas que têm a probabilidade de serem úteis. (LEONARD; SWAP, 2003)

As pesquisas sobre criatividade têm destacado principalmente três temas interrelacionados (BESSANT; TIDD, 2009): (a) personalidade, que permite a identificação de muitas características de personalidade, habilidades cognitivas e comportamentais ou eventos biográficos associados à criatividade individual; (b) processo de pensamento criativo, com vários estágios e estratégias e (c) fatores ambientais que facilitam ou inibem o desempenho criativo, como clima e cultura.

Tratando do primeiro item, Bessant e Tidd (2009) enumeram habilidades cognitivas necessárias à criatividade e inovação: (a) aquisição e disseminação de informação, incluindo a captação de informação de uma gama variada de fontes, exigindo atenção e percepção; (b) inteligência, habilidade e capacidade de interpretar, processar e manipular informação; (c) praticidade e aplicabilidade, dando sentido à informação; (d) desaprendizagem, ou o processo de reduzir ou eliminar rotinas ou comportamentos pré-existentes, incluindo o descarte de informação e (e) implementação e improvisação, comportamento autônomo, experimentação, reflexão e ação.

Na questão da personalidade do indivíduo criativo, um ponto a ser destacado é que, apesar de se reconhecer que existem indivíduos mais criativos que outros, é possível desenvolver a capacidade criativa das pessoas. Ela pode ser incentivada com atenção ao clima pró-ativo adequado, formado pelo ambiente em que as pessoas trabalham, os projetos a que se dedicam, os desafios que enfrentam e os sistemas e técnicas utilizados para facilitar o trabalho (BESSANT; TIDD, 2009).

Com relação ao segundo item, processos de criatividade, Bessant e Tidd (2009) descrevem uma sequência de atividades semelhante ao processo desenvolvido por Leonard e Swap (2003) (FIGURA 04). Para os primeiros autores,

a criatividade inclui três estágios básicos: (a) compreensão da oportunidade, (b) geração de novas idéias e (c) planejamento para a ação.

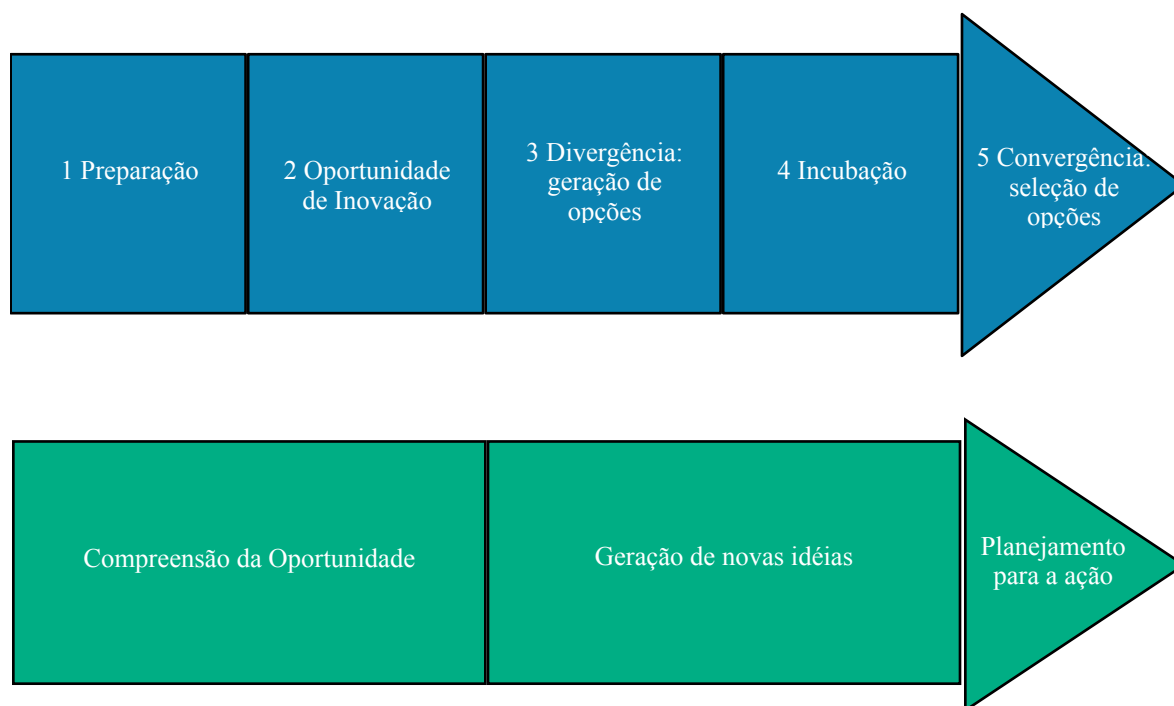


Figura 4: Contrapondo o modelo de Leonard e Swap (2003) com o modelo de Bessant e Tidd (2009)

Fonte: Elaborado pelo autor adaptado de Leonardo e Swap (2003) e Bessant e Tidd (2009)

A etapa de compreensão da oportunidade inclui um esforço sistemático para definir, construir e formular um problema. Bessant e Tidd (2009) enumeram etapas para compreensão da oportunidade com o objetivo de definí-la claramente, buscar informações pertinentes para a geração de perguntas e respostas e estruturar o problema para que seja possível centrar o esforço subsequente.

A etapa de geração de novas idéias, bem como a etapa de divergência de Leonard e Swap (2003), defende a geração de muitas idéias e o mais divergentes possível. Bessant e Tidd (2009) também incluem nesta etapa a focalização em

que as alternativas mais adequadas são selecionadas após a geração de alternativas. Entretanto, o objetivo principal é a geração de opções ou alternativas.

A terceira etapa, chamada planejamento para a ação, compreende a seleção das opções mais promissoras bem como um plano de implantação e preparação para a sua aceitação na organização. Nesta etapa o foco é em desenvolver soluções e promover a aceitação (BESSANT; TIDD, 2009).

O último item dos estudos da criatividade, referente à criação de um clima para inovação, trata do fatores que promovem a geração, a compreensão e o uso de novos produtos, serviços e formas de trabalhar. Segundo Bessant e Tidd (2009) este tipo de clima fomenta o desenvolvimento, a assimilação e a utilização de novas e diferentes abordagens, práticas e conceitos.

2.5. Inovação, informação e conhecimento tácito

O reconhecimento da importância do conhecimento tácito para as organizações representa uma importante mudança no paradigma da abordagem tradicional do ocidente com relação à criação do conhecimento (NONAKA; TAKEUCHI, 1997). Na perspectiva ocidental, o conhecimento mais usualmente considerado é o explícito. Sob esta perspectiva, a organização pode ser representada como uma máquina objetiva de processamento de informações. A abordagem japonesa, considerando a relevância do conhecimento tácito, concebe a organização, nas palavras de Nonaka e Takeuchi (1997), como um organismo vivo em que compartilhar a mesma compreensão a respeito do que a empresa representa, que rumo está tomando, em que tipo de mundo quer viver e como transformar este mundo em realidade, torna-se mais relevante do que processar informações objetivas.

Entretanto, apesar de ter sua importância reconhecida, o conhecimento tácito ainda representa um desafio no que se refere à sua comunicação aos outros. Nonaka e Takeuchi (1997) enfatizam a importância do aprendizado tanto a

partir da experiência direta quanto por tentativa e erro. Davenport e Prusak (2003, p.11) observam que os gerentes costumam compartilhar experiências reais por entender que “o conhecimento da realidade cotidiana, complexa e muitas vezes caótica do trabalho é geralmente mais valioso do que as teorias sobre ela.” A inovação não se trata de apenas reunir diversos dados e informações. Trata-se de mobilizar toda a organização para um processo contínuo de auto-renovação organizacional e pessoal. Sob esta ótica, a criação de conhecimentos supera a simples aprendizagem com outros ou a aquisição de novos conhecimentos externos (NONAKA; TAKEUCHI, 1997). “O conhecimento deve ser construído por si mesmo, muitas vezes exigindo uma interação intensiva e laboriosa entre os membros da organização” (NONAKA; TAKEUCHI, 1997, p.10).

O conhecimento é um importante ativo das organizações que se movimenta pela empresa tanto na forma de conhecimento explícito como na forma de tácito. Como ativo, ele é intercambiado, comprado, descoberto, gerado e aplicado ao trabalho (DAVENPORT; PRUSAK, 2003). No mercado de conhecimento pode-se identificar compradores, vendedores e corretores. Os compradores, geralmente, são aquelas pessoas que buscam solucionar problemas complexos para os quais não possuem todo o conhecimento necessário. Os vendedores são os detentores de substancial conhecimento de um determinado processo ou assunto e são reconhecidos internamente à organização como tal. Mas para que os compradores encontrem os vendedores que procuram, muitas vezes é necessária a figura do corretor do conhecimento ou knowledge-broker, para utilizar a expressão cunhada por Hargadon e Sutton (2002). Esses corretores se encarregam de colocar em contato o vendedor do conhecimento procurado e um comprador (DAVENPORT; PRUSAK, 2003). Esse corretor pode ser interno à organização como no exemplo utilizado por Davenport e Prusak (2003), que citam os bibliotecários corporativos como corretores eficazes, ou pode ser até mesmo uma organização especializada em buscar conhecimentos externos para seus clientes, como discutem Hargadon e Sutton (2002).

Hargadon e Sutton (2002) descrevem um ciclo chamado de corretagem de conhecimento que funciona como um processo de criação de inovações. As

etapas deste ciclo são as seguintes (HARGADON; SUTTON, 2002, p.75): “(a) capturar boas idéias: corretores do conhecimento caçam constantemente idéias promissoras, às vezes nos lugares mais improváveis. Eles vêem velhas idéias como sua matéria-prima básica; (b) manter as idéias vivas: para permanecerem úteis, as idéias devem ser transmitidas e experimentadas. Corretores eficientes também mantêm as idéias vivas espalhando informações sobre quem sabe o quê dentro da organização; (c) imaginar novos usos para velhas idéias: é aí que surgem as inovações, onde as velhas idéias que foram capturadas e lembradas são recolocadas em novos contextos; e (d) testar conceitos promissores: o teste mostra se uma inovação tem potencial comercial. Ele também ensina aos “brokers” lições valiosas, até mesmo quando uma idéia é um fiasco completo”

Estes corretores possuem um papel fundamental no compartilhamento de conhecimento tácito. Eles não somente buscam idéias mas identificam novas utilidades para velhas idéias e colocam em contato a pessoa que busca a solução do problema com aquela que detem o conhecimento, mesmo que ele não seja um conhecimento explícito (HARGADON; SUTTON, 2002).

Da perspectiva do departamento da manutenção, o conhecimento tácito possui uma grande relevância para o processo de inovação. Conforme observaram Kuenzer et al (2007) os trabalhadores da manutenção industrial “reportam uma estreita relação entre conhecimento científico e conhecimento tácito, resultante da permanente necessidade de enfrentar situações complexas”. Para estes autores, os trabalhadores de manutenção desenvolveram uma capacidade de relacionar os conhecimentos científicos e tácitos buscando soluções criativas devido à demandas não previstas e muitas vezes complexas.

2.6. As atividades criadoras e difusoras do conhecimento

Leonard-Barton (1998) enunciou um conjunto de atividades que, sustentadas pelas aptidões estratégicas da empresa, desempenham o papel

central na criação de conhecimento. As aptidões estratégicas são aquelas que constituem vantagem competitiva para a organização e que foram construídas ao longo do tempo, não podendo ser facilmente imitadas. Barney (1995) define as aptidões estratégicas como recursos internos à organização que oferecem vantagens competitivas. Os recursos, para serem considerados como vantagens competitivas, ainda conforme Barney (1995), devem ser valiosos, raros e difíceis de imitar. A organização deve ter a capacidade de explorar seus recursos e capacidades. Leonard-Barton (1998) cita ainda que as aptidões estratégicas se diferenciam de outros dois tipos: aptidões suplementares e aptidões habilitadoras. Aptidões suplementares são aquelas que agregam valor às aptidões estratégicas mas que podem ser imitadas. Já as aptidões habilitadoras são constituídas pelos requisitos mínimos para se operar em determinado mercado (LEONARD-BARTON, 1998).

No modelo proposto por Leonard-Barton (1998), as aptidões estratégicas são desmembradas em quatro dimensões interdependentes, duas sendo consideradas reservas dinâmicas de saber (ou competências) e duas, mecanismos de controle ou canalização de conhecimento. A primeira dimensão, denominada *conhecimento e qualificações do empregado*, diz respeito, obviamente, ao conhecimento individual. A segunda dimensão, *sistemas técnicos físicos*, diz respeito ao conhecimento acumulado ao longo do tempo em bancos de dados, maquinaria e softwares. A terceira dimensão, *sistemas de gestão*, diz respeito aos canais por onde o conhecimento flui e é acessado; ela também impõe barreiras a atividades geradoras de saber indesejadas. A última dimensão, *valores e normas*, determina que tipos de conhecimento deve-se buscar e cultivar (LEONARD-BARTON, 1998). Analogamente, Terra (2010) trata dos “enabling factors” ou “enabling conditions” como sendo as práticas, normas e processos que estimulam ou inibem a captação, geração, difusão e armazenamento de conhecimento pelas organizações. Com relação aos aspectos relacionados com a gestão do conhecimento, são citados: o papel da alta administração, cultura e estrutura organizacionais, práticas de gestão de recursos humanos, impacto dos sistemas de informação e mensuração de resultados e alianças estratégicas. “[...]”

a Gestão do Conhecimento implica, necessariamente, na coordenação sistêmica de esforços em vários planos: organizacional e individual; estratégico e operacional; normas formais e informais.” (TERRA, 2010)

As atividades identificadas por Leonard-Barton (1998) como sendo geradoras e difusoras de conhecimentos são quatro: solução compartilhada de problemas, integração de novas tecnologias e novas metodologias, experimentação formal e informal constantes e busca de know-how externo.

2.6.1. A solução compartilhada de problemas

A “solução compartilhada de problemas”, primeira das atividades, tem por alicerce a responsabilidade do grupo pelo progresso do trabalho. As pessoas desenvolvem um senso de propriedade que as motiva a solucionar os problemas do seu setor sempre que possível. Somente naqueles casos em que é necessário auxílio extra é que as demais áreas ou níveis hierárquicos são acionados; e, nestes casos, certamente especialistas serão solicitados a solucionar o problema (LEONARD-BARTON, 1998). Este comprometimento com o resultado é também destacado por Nonaka (1994) como um dos mais importantes componentes para a promoção de novos conhecimentos dentro de uma organização.

A solução de problemas apresenta três fontes de diferenças individuais que influenciam no resultado positiva ou negativamente: especialização, estilo cognitivo preferido e métodos e ferramentas preferidos. Estas fontes, ligadas intimamente às pessoas, provêm enormes oportunidades para a criatividade, porém, se não gerenciadas e planejadas de forma adequadas, resultam em divisões e se apresentam como barreiras à inovação (LEONARD-BARTON, 1998).

Leonard-Barton (1998) define assinatura de habilidades como o conjunto de habilidades pelo qual a pessoa prefere identificar a si mesma profissionalmente. Essa assinatura é composta pelas três fontes de diferenças individuais: especialização, estilo cognitivo preferido e métodos e ferramentas preferidos. O

processo criativo requer equipes com assinaturas de habilidades diferentes para que se obtenha uma “abrasão criativa” (LEONARD-BARTON, 1998).

A especialização leva à “expertise” e ao conhecimento profundo para a solução de problemas. Entretanto, a inovação requer normalmente conhecimentos profundos em mais de um campo do saber. Este profissional, que domina duas áreas distintas de conhecimento, é raro e muitas vezes não está disponível para a organização. A habilidade em se fazer com que especialistas em áreas distintas comuniquem-se com um propósito definido torna-se, então, crucial para a inovação. Em razão disto é que se deve buscar profissionais com habilidades T. Estes profissionais possuem conhecimento profundo em uma determinada área mas também conhecem em termos gerais outras áreas que podem ser úteis no desenvolvimento de novos produtos ou processos. Estes profissionais, em geral, fazem a integração entre especialidades e desempenham papel fundamental na abrasão criativa (LEONARD-BARTON, 1998).

Os estilos cognitivos preferidos são muitas vezes geradores de conflitos entre as equipes. Pessoas, por exemplo, que são sensitivas tendem a não aceitar facilmente as opções apresentadas por pessoas intuitivas por falta de elementos concretos suficientes para a avaliação. O principal mecanismo para vencer estas dificuldades é o conhecimento pela equipe da existência destas diferenças e das características dos integrantes do grupo. Apesar do risco de se criarem estereótipos à partir das características pessoais ele é superado pelo potencial de ganho do conhecimento das preferências de cada integrante da equipe supera este risco. Outro elemento que pode ser utilizado é um facilitador independente que tem a função de acomodar as diferentes perspectivas com o objetivo de encontrar a melhor solução para o problema (LEONARD-BARTON, 1998).

Já as preferências por ferramentas ou metodologias são derivadas e interdependentes das tarefas preferidas e estilo cognitivo preferido. Trata-se dos meios de solução de problemas preferidos pelo profissional, selecionados pelo hábito ou por questões psicológicas individuais. Essas preferências em determinados casos podem representar barreiras à introdução de novos processos ou ferramentas. Com o objetivo de gerenciar essas preferências de

maneira produtiva, Leonard-Barton (1998) prescreve duas ações: utilizar-se de pessoas com preferências distintas do grupo como um tempero de um prato, e alteram os termos do debate. No primeiro caso, pessoas com formação e preferências bastante distintas do grupo são utilizadas para trazer uma nova perspectiva de análise. Já a segunda ação trata de uma intervenção gerencial mudando os termos do debate, por exemplo, de natureza tecnológica para um de natureza estratégica para o negócio (LEONARD-BARTON, 1998). A primeira ação prescrita pela autora se relaciona com a flutuação ambiental descrita por Nonaka (1994). Para este autor, a flutuação ambiental dispara rupturas na maneira cotidiana de se ver o mundo e executar ações e possibilita aos indivíduos questionarem os valores dos hábitos e ferramentas rotineiras. Estas rupturas podem levar a um realinhamento dos comprometimentos e possibilitar a criação do conhecimento necessário ou desejado. Terra (2009) tratando do processo de inovação também menciona que este requer, crescentemente, a combinação de diferentes habilidades, conhecimentos e tecnologias de campos distintos do conhecimento e mesmo de diferentes setores econômicos.

2.6.2. Integração de novas tecnologias e novas metodologias

A segunda atividade, a “integração de novas tecnologias e novas metodologias”, toma como base a premissa de que todo processo pode ser melhorado. Os empregados da organização devem ter autonomia para implantar melhorias em equipamentos e processos de produção. Inconformados com o desempenho atual, eles buscam novas técnicas ou tecnologias que possam aumentar os níveis de desempenho da produção. Von Hippel e Tyre (1995) apontam os problemas trazidos pelos usuários como fontes de melhorias pelo “aprender fazendo”. Essas melhorias, que dificilmente podem ser previstas pelos projetistas, representam um aspecto complementar à idéia da inovação tradicional

originada no desenvolvimento do produto, uma vez que são desenvolvidas e, muitas vezes, implantadas pelos usuários (LEONARD-BARTON, 1998).

O aspecto fundamental da implantação e integração de novas tecnologias é a premissa de que é uma atividade de inovação e não a simples execução de um plano de implantação. A incorporação de novas tecnologias, partindo dessa premissa, deve considerar dois aspectos que se apresentam de extrema relevância para o sucesso da inovação: o envolvimento do usuário no desenvolvimento e entrega do sistema (produto) e o grau de alteração na tecnologia realizada deliberadamente pelos usuários de modo a ajustá-la a sua realidade (LEONARD-BARTON, 1998).

Duas razões genéricas são citadas para o envolvimento do usuário no desenvolvimento do sistema técnico: (a) a sua implantação implica em algum nível de alteração no trabalho do usuário e pesquisas apontam que as pessoas são mais receptivas quando podem contribuir para seu desenho; e (b) o envolvimento dos usuários no projeto de suas ferramentas resulta em melhores resultados em função do conhecimento especializado do usuário do ambiente em que as ferramentas serão utilizadas (LEONARD-BARTON, 1998).

Discutindo mais profundamente a segunda razão, verifica-se que simplesmente envolver os usuários na adaptação do novo sistema não garante o sucesso do projeto, bem como não resulta em incorporação de conhecimento. Para que estes objetivos sejam alcançados é preciso observar que as pessoas envolvidas devem ser cuidadosamente escolhidas, verificando-se que possuem o conhecimento necessário para aquele desenvolvimento, que estão dispostas a contribuir para aquele projeto, que o “timing” de seu envolvimento está correto e que o modo do envolvimento é o mais adequado. Este modo de envolvimento pode ser de quatro tipos: (a) modo de entrega, com nenhuma participação do usuário; (b) modo de consultoria, em que os usuários participam como consultores para a avaliação dos sistemas em desenvolvimento; (c) co-desenvolvimento, em que os usuários fazem parte da equipe de desenvolvimento; e (d) o modo de aprendizado, em que os usuários se apropriam do conhecimento necessário e

desenvolvem os sistemas assumindo a responsabilidade de todo o processo de criação e implantação (LEONARD-BARTON, 1998).

Em suas pesquisas, Leonard-Barton (1998) verificou que apenas o co-desenvolvimento e o modo de aprendizado efetivamente resultam em aprendizado para a organização. Indo mais além, em função do alto nível de envolvimento necessário no processo de co-desenvolvimento, Leonard-Barton (1998) afirma que este é o processo que resulta realmente em uma ampla criação de conhecimento para a organização. O processo de co-desenvolvimento apresenta como sua principal vantagem a possibilidade de adaptação mútua. A adaptação mútua é a reinvenção da tecnologia para se conformar ao ambiente de trabalho e, ao mesmo tempo, adaptar a organização para o uso do novo sistema técnico (LEONARD-BARTON, 1998).

A adaptação mútua requer atenção às quatro dimensões das aptidões e requer espirais de mudança. Estas espirais são a revisão de conceitos ou premissas dos sistemas que podem requerer alterações em função de um novo contexto e variam de tamanho em função do tamanho da alteração necessária. Quanto maior a alteração maior é a espiral. A avaliação da dimensão do impacto do novo sistema técnico na organização é fundamental para o sucesso de sua implantação. Casos em que os impactos foram subestimados demonstram que esta pode ser uma armadilha para todo o projeto (LEONARD-BARTON, 1998).

Finalmente, para que se tenha êxito na implantação e integração de novas tecnologias é importante gerenciar o ritmo das mudanças e celebrar as conquistas. Pesquisas mostram que se estes fatores não forem levados em consideração corre-se o risco de esgotar os funcionários em meio a tantas mudanças e inovações (LEONARD-BARTON, 1998).

Em se tratando da integração de novas tecnologias em empresas do setor de “commodities” como o minério, Tigre (2006) lembra que esse processo depende da compatibilidade com o processo de produção específico adotado. Ou seja, “para que novos equipamentos e processos sejam incorporados a uma planta produtiva, eles precisam ser compatíveis com os padrões definidos originalmente, assim como dependem da possibilidade de serem interconectados

às diversas partes e componentes do sistema” (TIGRE, 2006, p. 125). Isto se deve aos altos investimentos demandados para o setor, que o fazem dependente das escolhas tecnológicas anteriores.

2.6.3. Experimentação formal e informal constante

A terceira atividade, “experimentação formal e informal constante”, dá espaço e recurso aos empregados da organização para a criação do conhecimento, consolidando novas técnicas de sucesso ou aprendendo com o fracasso de outras experiências. Para esta atividade é fundamental a tolerância ao fracasso. O importante é que, mesmo que a experiência não traga os resultados esperados, haja um incremento no conhecimento do grupo acerca da questão. Os limites, nesta atividade, devem ser testados e eventualmente superados (LEONARD-BARTON, 1998). Von Hippel e Tyre (1995) trazem também uma contribuição para reforçar esta discussão: a experimentação, segundo estes autores, contribui para a incorporação de características ou solução de problemas previsíveis ao projeto antes da implantação do projeto. O nível necessário de experimentação, portanto, é função da necessidade de se evitar “surpresas” no uso do produto ou na implantação do serviço.

Esta atividade busca expandir as capacidades chaves da organização, preparando-a para o futuro. Trata-se de testar os limites e explorar novos terrenos de modo a desenvolver conhecimento capaz de se tornar vantagem competitiva para a empresa no futuro (LEONARD-BARTON, 1998).

Os principais desafios dos gerentes, em se tratando de experimentação, são: (a) criar um clima que tolere e até mesmo encoraja a experimentação; (b) ver acontecer muita experimentação e prototipagem; e (c) estabelecer mecanismos para garantir que a organização aprenda com essas atividades (LEONARD-BARTON, 1998).

As atividades de experimentação e prototipagem criam dois tipos de novas capacidades. Primeiro, a experimentação cria o que foi chamado de variedade de requisitos nos produtos e processos por Leonard-Barton (1998) (diferentemente da aplicação do termo por Nonaka e Takeuchi (1997) que trata da variedade de requisitos das pessoas envolvidas no processo de aprendizagem e criação de conhecimento, o sentido neste caso é a criação de alternativas tecnológicas através da experimentação), segundo, o ato de experimentar estabelece um ciclo virtuoso de inovação que pode se tornar uma vantagem competitiva (LEONARD-BARTON, 1998).

Discutindo ainda a experimentação face às aptidões estratégicas, Leonard-Barton (1998) elenca duas formas de experimentação que alteram essas aptidões: a intenção estratégica e a improvisação estratégica. A experimentação pode se dar tanto na definição da estratégia da empresa por sua alta direção quanto na identificação de estratégias emergentes dentro da própria organização. Nos dois casos, a experimentação tem a possibilidade de alterar as capacidades organizacionais preparando a empresa para o futuro (LEONARD-BARTON, 1998).

Sendo a experimentação tão relevante para o futuro da organização, como os gerentes podem fazer com que ela seja parte das atividades rotineiras da organização? Leonard-Barton (1998) sugere que os gerentes iniciem criando um clima que incentive a experimentação e afirma que duas questões são fundamentais: (a) separar a falha inteligente da falha desnecessária, tanto na fala quanto nas ações gerenciais; e (b) reconhecer o papel da falha na construção do conhecimento.

As empresas, de uma maneira geral, tendem a não mostrar os erros e valorizar somente o lado bom dos projetos. Esta tendência, entretanto, impossibilita a criação de conhecimento com o erro. O erro inteligente, aquele que surge de uma tentativa de melhoria e que não havia como ser previsto, traz consigo um grande valor para a organização em termos de conhecimento. Apesar de a maioria das empresas não tolerarem risco, aquelas que o fazem apresentam a vantagem de contribuir para um clima de inovação que estimula a

experimentação e traz vantagens competitivas, contribuindo para a perenidade da organização (LEONARD-BARTON, 1998).

Além da aceitação do erro inteligente, é de suma importância a quantidade de experimentos. Quanto mais experimentos, melhor a organização se torna nisto e mais naturalmente se compreende as falhas. Esta experimentação, entretanto, não deve se restringir somente aos laboratórios de pesquisa; em todos os processos organizacionais deve haver abertura para a experimentação (LEONARD-BARTON, 1998).

O processo de experimentação em laboratórios de pesquisa a que se refere Leonard-Barton (1998) é o processo formal de experimentação também chamado de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Tigre (2006) aponta três divisões para as atividades de P&D: (a) pesquisa básica - em que o foco é o avanço científico; (b) pesquisa aplicada - que visa à solução de problemas práticos; e (c) desenvolvimento experimental - voltado à geração de produtos, serviços e processos.

A pesquisa básica é desenvolvida à longo prazo e envolve grandes riscos. Apesar de ser capaz de proporcionar grandes saltos tecnológicos, este tipo de pesquisa é, geralmente, evitado pelas empresas pelo seu alto nível de incerteza. Assim, normalmente, é desenvolvida por instituições de pesquisa sem fins lucrativos financiadas pelo Estado.

As empresas, portanto, concentram-se nas etapas finais do processo de pesquisa. “A pesquisa empresarial visa principalmente ao desenvolvimento de novos produtos, ao aperfeiçoamento de produtos existentes, à melhoria dos processos produtivos e à introdução de inovações tecnológicas” (TIGRE, 2006). Este tipo de pesquisa é o foco na atividade de experimentação descrito por Leonard-Barton (1998).

Porém, é fundamental destacar que todo o esforço de experimentação se torna inócuo caso não haja aprendizado organizacional associado a ele. Para que este aprendizado ocorra é necessário que o ciclo ação-resultado-feedback ocorra com grande frequência. Uma das maneiras de se cristalizar o conhecimento é o

processo de auditoria dos projetos de inovação associada à sistematização do processo de implantação das melhorias identificadas (LEONARD-BARTON, 1998).

2.6.4. Busca de know-how de fontes externas

A “busca de know-how de fontes externas” é a quarta atividade identificada. A questão neste ponto é que a roda, se necessário for, deve ser inventada, mas somente se alguém já não o fez antes. O contato externo e a busca de conhecimento em outras organizações, como concorrentes, fornecedores, empresas de outros segmentos, deve ser uma constante para todos os funcionários da organização (LEONARD-BARTON, 1998).

Linder et al (2003) em sua pesquisa sobre a gestão das fontes externas de inovação estimaram que a quantidade de inovações advindas de fontes externas era, em média, 45% para as empresas pesquisadas. Metade dos executivos entrevistados afirmaram que a percentagem de inovação originada de fontes externas crescerá nos três anos seguintes; nenhum deles disse que diminuiria. Estes dados reforçam a importância da busca de fontes externas de inovação mas Linder et al (2003) defendem que este deve ser um processo estruturado e alinhado à estratégia do negócio. Para estes autores, deve haver preliminarmente uma definição da estratégia genérica de inovação e a definição da forma pela qual as fontes de inovação serão gerenciadas de forma a atender a esta estratégia e aos objetivos do negócio.

Leonard-Barton (1998) afirma que as empresas buscam adquirir conhecimento externo quando existe uma lacuna em sua capacidade técnica ou tecnológica. O nível de importância desta lacuna, segundo esta autora, depende de duas considerações: (a) da relevância ou da complementariedade estratégica da tecnologia necessária em relação à capacidade tecnológica principal da firma e (b) do nível de familiaridade existente com o conhecimento técnico requisitado. Neste sentido, é recomendado que os gerentes identifiquem o elo entre a

tecnologia e a estratégia do negócio; e o nível de familiaridade da tecnologia com a existente dentro da organização. (LEONARD-BARTON, 1998)

Assim como Linder et al (2003) defendem a grande idéia (“Big Idea”) como o mecanismo de definição e comunicação da estratégia de inovação genérica, Leonard-Barton (1998) ressalta a importância da intenção estratégica para as empresas inovadoras. Para esta autora, a intenção estratégica, definida como “a imagem de um estado futuro desejado” (LEONARD-BARTON, 1998), deve ser simples, geral o bastante para englobar uma variedade de tecnologias específicas e conter em si o potencial para respostas dinâmicas ao inesperado. Deste modo, fica evidente a interdependência entre a estratégia do negócio e a tecnologia necessária e como é afirmado por Leonard-Barton (1998), se a intenção estratégica é clara, os gerentes podem identificar as capacidades tecnológicas necessárias para atingi-la.

Uma vez definidas as capacidades tecnológicas necessárias para atender à estratégia corporativa, deve-se avaliar o grau de familiaridade da empresa com a tecnologia. Esta avaliação passa por analisar se o conhecimento organizacional está atualizado e se é completo. Quanto mais completo e atualizado for o conhecimento, maior a familiaridade. A ferramenta indicada para se confrontar o conhecimento interno com o mercado é o benchmarking, especialmente se for avaliado contra as melhores organizações da categoria (LEONARD-BARTON, 1998).

Cruzando-se a importância estratégica da tecnologia com a familiaridade da empresa com a tecnologia, obtém-se o quadro representado na Figura 5. Se a tecnologia não está alinhada com a intenção estratégica e não é familiar ao conhecimento da empresa, não se deve investir nela. Caso exista grande familiaridade com a tecnologia mas esta não faça parte da estratégia corporativa, ela deve ser terceirizada para uma empresa especializada. Se a tecnologia for relevante para a estratégia empresarial e a familiaridade for grande, ela deve ser desenvolvida internamente. Por fim, a recomendação para as tecnologias com grande apelo estratégico e pequeno conhecimento interno, é que se busque externamente o conhecimento necessário.

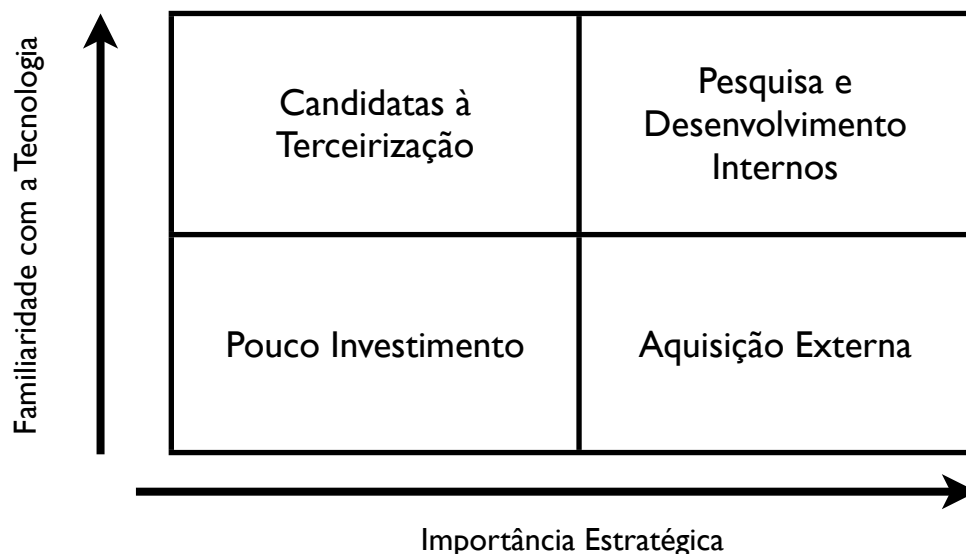


Figura 5: Necessidade de tecnologia externa
Fonte: Adaptado de Leonard-Barton (1998)

A interação entre as atividades criadoras de conhecimento, sustentadas pelas aptidões estratégicas da organização (sistemas físicos, sistemas de gestão, qualificações e conhecimentos, valores) é o motor da criação do conhecimento na organização, segundo Leonard-Barton (1998). A Figura 6 representa a interação entre estes elementos, segundo modelo desta autora (1998).

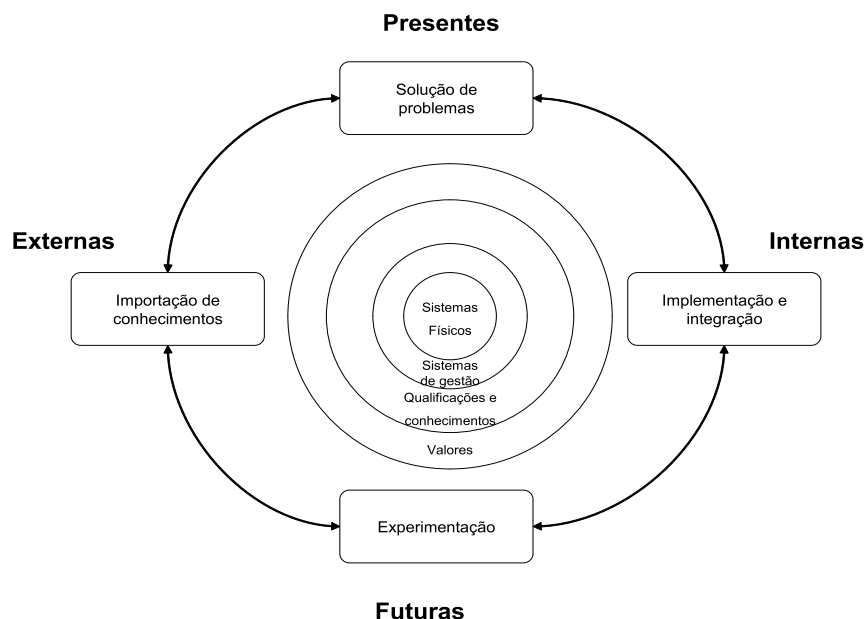


Figura 6: Dimensões de uma aptidão estratégica
Fonte: Leonard-Barton (1998)

Este modelo, portanto, define as atividades da empresa que, ancoradas nas quatro dimensões das aptidões estratégicas, funcionam como a nascente do saber nas empresas.

2.7. Modelo desenvolvido para a pesquisa

Partindo-se dos conceitos teóricos expostos, foi desenvolvido um modelo que será utilizado para analisar como se dá o processo de criação de conhecimento e inovações pelo departamento de manutenção industrial de uma empresa de mineração. O principal objetivo deste modelo é organizar os conceitos estudados de forma a permitir a estruturação da teoria e servir para a análise empírica da pesquisa. Deseja-se com este modelo avaliar a realidade específica de um departamento de manutenção industrial frente à teoria de geração de conhecimento. Esta realidade, em especial, traz consigo desafios para a avaliação como pouco registro das informações dos projetos desenvolvidos, ausência de

método padronizado para desenvolvimento de projetos e, muitas vezes, uma apuração incompleta de resultados obtidos. Também a necessidade de uma síntese que contemplasse as várias articulações teóricas, a experiência do pesquisador na área de manutenção, a gestão e estratégia da empresa e as características peculiares da atividade de manutenção indicaram a necessidade da elaboração e utilização de um modelo.

O tema da criação do conhecimento é central para esta pesquisa. Propõe-se a conciliação das abordagens desse processo apresentadas (LEONARD ; SWAP, 2003; NONAKA; TAKEUCHI, 1997; BESSANT; TIDD, 2009). Esta conciliação partiu da comparação entre os modelos de Leonard e Swap (2003), Nonaka e Takeuchi (1997) e Bessant e Tidd (2009) (ver Quadro 2).

Abordagem por autores	Etapas do processo de criação do conhecimento				
	Internalização	Socializ.	Externalização		Combinação
Nonaka e Takeuchi	Nivelamento conhecimento	Compartilhamento conhec tácito	Criação conceito	Justif. conceito	Constr. arquétipo
Leonard e Swap	Preparação	Identif. Oportun	Divergência		Incubação
Bessant e Tidd	Compreensão da Oportunidade		Geração de Idéias		Plano para ação

Quadro 2: Comparação entre os modelos do processo de criação de conhecimento
Fonte: Elaborado pelo autor à partir de Stefanovitz (2006)

A primeira etapa é chamada Preparação (LEONARD; SWAP, 2003). Esta etapa, que diz respeito à preparação dos indivíduos e ao aprendizado, pode ser considerada a mesma etapa chamada de nivelamento do conhecimento por Nonaka e Takeuchi (1997). No modelo desenvolvido para esta pesquisa, esta etapa será considerada o pano de fundo de todo o processo e, portanto, permeará todas as etapas da criação do conhecimento.

A identificação da oportunidade (LEONARD; SWAP, 2003) é equivalente à compreensão da oportunidade (BESSANT; TIDD, 2009). Esta etapa é a responsável por determinar em que os esforços criativos devem se concentrar.

Segundo Leonard e Swap (2003) a oportunidade pode se apresentar na forma de uma melhoria potencial ou uma ameaça que demande uma solução imediata. Um aspecto importante nesta etapa é a composição da equipe com as variedades de requisitos, utilizando-se a denominação de Nonaka e Takeuchi (1997), suficiente para gerar o atrito criativo necessário (LEONARD; SWAP, 2003). Os membros da equipe devem ter perspectivas diversas umas das outras de modo a ampliar a avaliação do que pode ser uma oportunidade ou uma ameaça.

A divergência (LEONARD; SWAP, 2003) equivale ao compartilhamento do conhecimento tácito e à criação do conceito (NONAKA; TAKEUCHI, 1997). Nesta etapa a equipe busca diferentes alternativas para se alcançar o resultado esperado. Mais uma vez, nesta etapa, a variedade de requisitos dos integrantes da equipe é determinante para a qualidade e quantidade de opções identificadas (LEONARD; SWAP, 2003).

Já a incubação (LEONARD; SWAP, 2003) se relaciona com a justificação do conceito de Nonaka e Takeuchi (1997). A incubação é o tempo necessário para que os membros dos grupos reflitam sobre a oportunidade identificada ou sobre a crise que motivou o trabalho. Para Leonard e Swap (2003) esta etapa parece ser especialmente importante para o processo criativo.

Estas duas etapas, divergência e incubação (LEONARD; SWAP, 2003), correspondem à geração de idéias criada por Bessant e Tidd (2009).

Já a última etapa, a convergência (LEONARD; SWAP, 2003), é análoga à construção do arquétipo (NONAKA; TAKEUCHI, 1997) e ao plano para a ação (BESSANT; TIDD, 2009). É nesta etapa que se determina qual das opções identificadas será implantada.

Este quadro é então sintetizado no modelo representado na Figura 7 que foi desenvolvido para esta pesquisa. Este modelo descreve da forma sequencial as etapas do processo de inovação (lê-se a figura da esquerda para direita) circunscritas por um contexto organizacional.

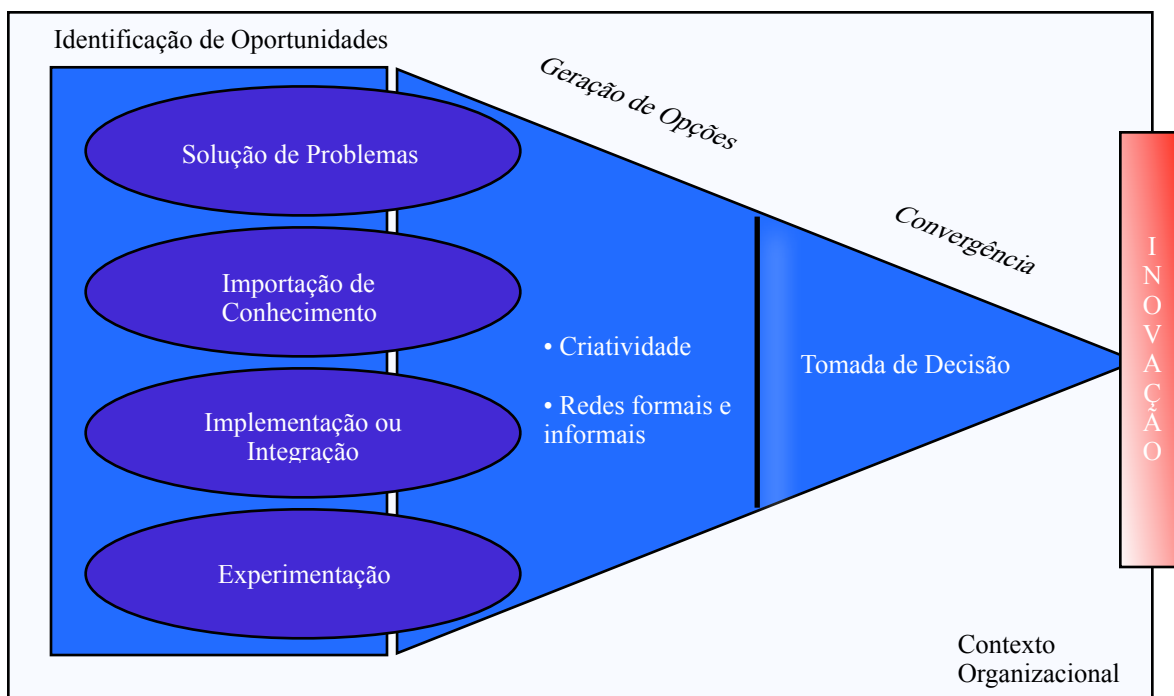


Figura 7: Modelo desenvolvido para avaliação do processo de criação do conhecimento e inovação

Fonte: Elaborado pelo autor

O modelo parte do contexto criado pela organização no sentido de prover indicações de valores, visão, missão e objetivos da organização. Este contexto oferece às iniciativas de inovação linhas de trabalho alinhadas à estratégia da empresa como, por exemplo, redução de custos para empresas de commodities ou alternativas de diferenciação para organizações que se sustentam em produtos diferenciados.

Com base no contexto organizacional, identificam-se oportunidades. Através das atividades geradoras de conhecimento, as oportunidades de inovação são criadas ou identificadas. Neste modelo, portanto, a existência de pelo menos uma das atividades geradoras de conhecimento (LEONARD-BARTON, 1998) é indispensável para a identificação de oportunidades de inovação.

Uma vez identificada a oportunidade, são geradas opções inovadoras. Também neste processo as atividades geradoras de conhecimento (LEONARD-BARTON, 1998) desempenham um papel importante. Através delas, espera-se que opções sejam geradas e novas conexões entre informações e conhecimentos

sejam criadas, resultando em alternativas inéditas ou melhoradas. A criatividade e as redes de relacionamento formais e informais têm papel determinante para o sucesso deste processo (LEONARD; SWAP, 2003; BESSANT; TIDD, 2009). Estes fatores funcionam como catalisadores para o processo de geração de alternativas. Por fim, busca-se a convergência das opções optando-se pela mais adequada.

3. METODOLOGIA DA PESQUISA

3.1. Estratégia e método de pesquisa

Esta pesquisa foi de natureza qualitativa e se utilizou do método do estudo de caso. Esta escolha se sustenta pelo objetivo de se aprofundar nos aspectos que influenciam a inovação na área de manutenção industrial de uma empresa de mineração.

O estudo de caso é uma descrição de uma situação gerencial (BONOMA, 2001). Os estudos de natureza qualitativa, como é o estudo de caso, têm como preocupação o estudo e a análise do mundo empírico em seu ambiente natural (GODOY, 1995). O caso pode ser encontrado ou construído (RAGIN, 1992), entretanto casos com interesse científico normalmente são construídos. Bonoma (2001) diz que os casos podem ser construídos à partir de interesses de pesquisa em operações de sucesso ou em disfunções gerenciais.

A construção de estudos de caso implica em fontes múltiplas de dados. Além de entrevistas e observações não intrusivas, o estudo de caso se utiliza de outras fontes de dados que servem como meios de triangulação perceptiva e provêm um quadro amplo da realidade (BONOMA, 2001). Yin (1981) afirma que as evidências do estudo de caso podem ser trabalhos de campo, arquivos, entrevistas, observações e qualquer combinação destes.

Para que o quadro da realidade seja bem representado, o estudo de caso precisa refletir e ser sensível ao contexto em que as ações gerenciais se dão e à dimensão temporal dos eventos (BONOMA, 2001).

O estudo de caso visa ao exame detalhado de um ambiente, de um simples sujeito ou de uma situação em particular. Ele tem sido a estratégia preferida dos pesquisadores quando se busca as razões e os meios pelos quais certos fenômenos ocorrem (GODOY, 1995). Os estudos de caso podem ter três diferentes objetivos, como apontado por Eisenhardt (2001): prover uma descrição, testar uma teoria ou gerar uma teoria.

3.2. Unidades Empíricas

Casos podem ser escolhidos para replicar casos, estender teorias emergentes, para preencher categorias teóricas ou para prover exemplos extremos (EINSEHARDT, 1989). Esta pesquisa replicou parcialmente o estudo de caso desenvolvido por Leonard-Barton (1998) mas desta vez em uma empresa mineradora. O estudo foi conduzido na Mineradora, especificamente em sua unidade de extração e beneficiamento de minério.

A Mineradora é uma empresa privada, sociedade anônima, controlada por outras grandes mineradoras do mundo. O faturamento bruto da Mineradora em 2010 foi da ordem R\$ 6.000 Mi. A empresa conta com cerca de dois mil funcionários próprios e cerca de 800 destes funcionários trabalham na manutenção dos ativos industriais.

Ela começou a operar na década de 70 e seu processo consiste em extrair minério, beneficiá-lo através da retirada da sílica buscando o aumento do teor de minério, transportar a polpa até a outra unidade industrial onde ela é transformada no produto final e que são escoados através de um porto próprio.

Como se pode verificar no Gráfico 3, a Mineradora vem experimentando desde a sua criação um crescimento sistemático em seu volume de produção. Este crescimento foi possível devido a investimentos de capital mas também devido ao desenvolvimento de inovações de processo introduzidas ao longo dos anos.

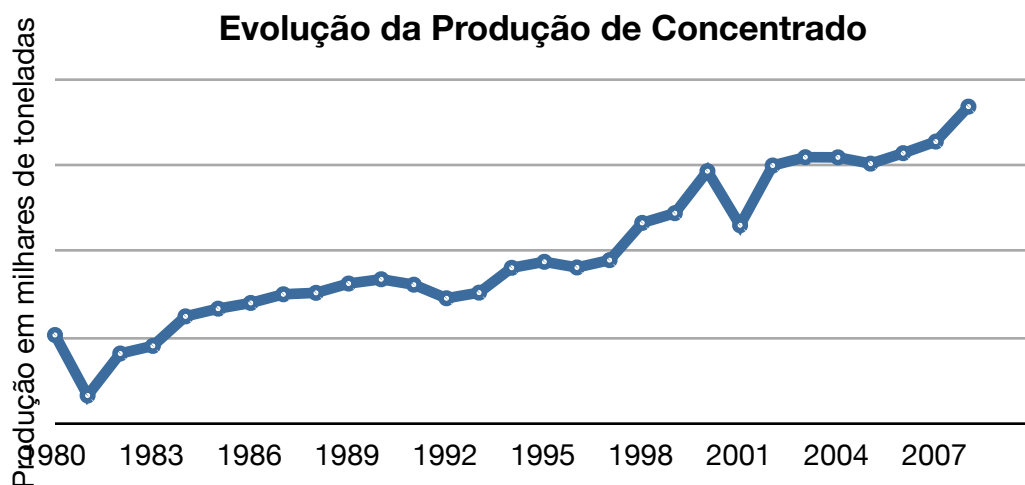


Gráfico 3: Evolução da produção da mina
 Fonte: Dados da pesquisa

No ano de 2000, foi implantado um programa de incentivo e desenvolvimento de idéias na Mineradora. Este programa, chamado Programa de Idéias seleciona, avalia e premia as idéias sugeridas pelos funcionários (não existe restrição de quem pode sugerir idéias), valorizando as propostas de melhorias de processo ou equipamentos.

Foram selecionadas para este estudo, dentre todas as idéias de inovação registradas pelo pessoal de manutenção neste programa até o final de 2010, três projetos implantados de um total de 968 implantados. Os critérios de seleção foram determinados levando-se em consideração que os casos deveriam conter elementos identificados no referencial teórico e deveriam ter sido relevantes para a organização no que diz respeito aos resultados obtidos com o projeto. Desta forma, os critérios de seleção foram:

- a) Complexidade: optou-se por selecionar projetos classificados como complexos pelos critérios do programa. Estes critérios dizem que as idéias para serem consideradas complexas devem requerer investimentos acima de cinco mil reais, necessitar de auxílio de profissional externo ou abranger mais de uma área da organização. A razão para esta escolha é a maior diversidade de elementos na condução do projeto de inovação.

b) Impacto: todas as idéias cadastradas no programa estão associadas aos impactos no resultado da empresa em duas dimensões: financeiro/qualidade e saúde/segurança/meio ambiente. Para esta pesquisa foram selecionados projetos avaliados de maior impacto nos resultados da organização.

c) Equipe: dentre as idéias de maior impacto e complexas, selecionou-se três em que houve envolvimento de mais de uma área da organização. Esta escolha se justifica pela necessidade de se entender como se dá o processo de integração das necessidades dos diversos processos envolvidos e como se dá o desenvolvimento do projeto em uma equipe multidisciplinar.

No Quadro 3 é apresentada uma síntese do processo de seleção dos projetos de inovação para esta pesquisa:

Critério	Importância
Complexidade	Pré-requisito
Equipe multidisciplinar	Pré-requisito
Impacto	Classificatório

Quadro 3: Critérios de seleção de projetos
Fonte: Elaborado pelo autor

Portanto, os projetos que atendiam aos dois pré-requisitos do Quadro 3 foram colocados em uma lista ordenada de forma decrescente por impacto e os três primeiros projetos foram selecionados. A lista dos projetos selecionados está mostrada no Quadro 4:

Projetos	Título	Participantes
1	Medidor de velocidade de sedimentação	Técnicos de instrumentação, supervisor de automação, técnico de automação, engenheiro de processo.
2	Mesa para troca de esteira dos alimentadores de placas	Técnico de manutenção mecânica e programador de manutenção mecânica
3	Redutor Planetario para translação do Tripper-car	Supervisor de manutenção mecânica, técnico de manutenção mecânica

Quadro 4: Projetos selecionados
Fonte: Elaborado pelo autor

O primeiro projeto selecionado desenvolveu um sistema de medição de velocidade de sedimentação da polpa de minério em um equipamento de espessamento desta polpa. Este medidor aumenta o controle operacional sobre o equipamento, o que reduz riscos de paradas e aumenta sua produtividade. Participaram deste projeto profissionais das especialidades de instrumentação e automação e um engenheiro de processo.

O segundo projeto desenvolveu um equipamento auxiliar, chamado mesa para manutenção de um equipamento de produção, o alimentador de placas. Os alimentadores de placas são responsáveis em retirar o material lavrado na mina e que houvera sido armazenado em uma pilha pulmão. Este material é retomado pelos alimentadores de placa, transportado por transportadores de correias e é alimentado na Usina de Concentração após passar pela Britagem. Nesta pilha pulmão existem três alimentadores de placas que devem sofrer grandes reformas bienalmente com uma duração média de cinco dias cada uma. Neste período era necessário que a pilha pulmão estivesse vazia para a reforma, o que impossibilitava a operação dos outros dois alimentadores. Com o desenvolvimento desta mesa passou a ser possível a realização da reforma sem ser necessário o esvaziamento da pilha pulmão por todo o período e por, conseguinte, mantendo-se em operação os outros dois alimentadores de placas.

O terceiro projeto mudou o conceito de acionamento do equipamento de translação do um sistema de empilhamento de minério chamado Tripper-car. O conceito antigo utilizava-se de diversos componentes em série (cinco

componentes) que, além de possuírem maior probabilidade de quebra que o sistema atual, apresentavam menores índices de confiabilidade. O sistema implantado possui somente dois componentes. Pelo menor número de componentes, este sistema apresenta um menor número de falhas e tem se mostrado mais confiável que o anterior. A equipe que propôs a inovação foi composta por um supervisor de manutenção e um programador de manutenção mecânica.

3.3. Estratégia de coleta de dados

Este trabalho se utilizou de entrevistas, da análise documental e de notas de campo como instrumentos de coleta de dados.

A entrevista é um modo de conhecer perspectivas da realidade diferentes daquelas do entrevistador:

[...] a entrevista qualitativa, pois, fornece os dados básicos para o desenvolvimento e a compreensão das relações entre os atores sociais e sua situação. O objetivo é uma compreensão detalhada das crenças, atitudes, valores e motivações, em relação aos comportamentos das pessoas em contextos sociais específicos (BAUER; GASKELL, 2002).

A entrevista pode ser utilizada com três objetivos: a descrição de uma situação ou realidade social; o desenvolvimento teórico; e o teste conceitual de uma teoria. Além disso, a entrevista pode auxiliar no delineamento de objetos de estudo trazendo informações valiosas sobre a questão estudada (BAUER; GASKELL, 2002). Neste trabalho, foram perseguidos o primeiro e terceiro objetivos. A dinâmica do processo de inovação no departamento de manutenção foi descrita e analisada de acordo com o modelo teórico desenvolvido para esta pesquisa.

Apesar de ser uma técnica reconhecidamente importante e válida, a entrevista possui algumas limitações. A primeira delas é que a realidade é

apreendida através da fala do entrevistado o que faz com que questões ambientais e contextuais escapem da percepção do entrevistador. Em segundo lugar, por diversas razões, o entrevistado pode omitir detalhes importantes. Por último, um entrevistado pode ver situações através de “lentes distorcidas”, e fornecer uma versão que seja enganadora e impossível de ser testada ou verificada (BAUER; GASKELL, 2002).

A entrevista individual possibilita um maior aprofundamento em questões pessoais, motivacionais e razões para decisões tomadas (BAUER; GASKELL, 2002). Esta é a modalidade de entrevista selecionada visto que a pesquisa deve possibilitar entender as variáveis que determinam a criação de inovações e o contexto organizacional que as propicia.

O número de entrevistas foi definido ao longo do processo observando a questão da saturação do sentido. Quando o pesquisador verificou que o acréscimo de entrevistas não traria mais elementos relevantes para a pesquisa as entrevistas foram encerradas (EINSEHARDT, 1989). As entrevistas foram conduzidas com as pessoas envolvidas no projeto de inovação, com os gestores imediatos (supervisores e coordenadores) e com o gerente de manutenção. Para fins de planejamento foram definidas entrevistas com as seguintes pessoas: (a) gestor imediato dos líderes dos projetos, (b) gestor da área em que os projetos foram implantados, (c) gerente de manutenção, (d) integrantes da equipe dos projetos. Com o objetivo de se ampliar o entendimento do programa de idéias, foi entrevistada a gestora do programa. Adicionalmente foi realizada uma entrevista com um profissional de uma grande empresa siderúrgica nacional, que após trabalhar por dezoito anos em manutenção industrial, chegou a presidente executivo da organização. Esta última entrevista teve por objetivo contextualizar historicamente a manutenção, bem como analisar seu papel sob uma perspectiva de negócios. As entrevistas realizadas estão mostradas no Quadro 5 e tiveram duração média de uma hora e meia.

Projeto	Entrevistas com integrantes da equipe	Entrevistas com gestores	Entrevista com gestores do programa corporativo	Entrevista com um ex-CEO de uma grande siderúrgica	TOTAL
1	2	1	1	1	
2	2	1 (mesmo gestor dos projetos 1 e 3)			
3	2	1 (mesmo gestor dos projetos 1 e 2)			
TOTAL	6	1	1	1	9

Quadro 5: Planejamento do número de entrevistas
Fonte: Elaborado pelo autor

Um outro instrumento de coleta de dados, a análise documental, além de se mostrar uma valiosa técnica de abordagem qualitativa, pode ser utilizada como complemento a informações obtidas de outras fontes, observou Godoy (1995c). A análise documental foi utilizada como complemento às informações obtidas nas entrevistas em profundidade. Foram avaliados relatórios gerenciais, relatórios descritivos dos projetos de inovação, documentos referentes ao programa de idéias da empresa, entre outros.

Número da Idéia	Documentos avaliados
6958	Relatório descritivo do projeto, relatório de processo com resultados da inovação, relatório de avaliação de impacto do projeto.
15309	Relatório descritivo do projeto, relatório de avaliação de impacto do projeto, relatório de paradas de equipamentos.
8217	Relatório descritivo do projeto, relatório de avaliação de impacto do projeto, relatório de paradas de equipamentos.

Quadro 6: Documentos analisados
Fonte: Elaborado pelo autor

Notas de campo, sendo comentários anotados e obtidos através da observação, são meios importantes de sobrepôr a análise e a coleta de dados (EISENHARDT, 1989). O pesquisador se valeu de notas de campo elaboradas a partir da observação em campo durante a condução das entrevistas ou pesquisa documental.

Esta pesquisa se valeu da triangulação de dados, buscando aumentar a completude. A triangulação, por definição, é “a combinação de metodologias no estudo de um mesmo fenômeno” (DENZIN apud JICK, 1979). A triangulação é utilizada para reduzir as variações inerentes ao método, deixando apenas a variabilidade inerente ao fenômeno. Adicionalmente, a triangulação pode ser entendida como o uso de diferentes técnicas de um mesmo método. Nesta perspectiva, ela é uma verificação cruzada da consistência interna ou da confiabilidade, enquanto na utilização entre métodos ela testa o grau de validade externa (JICK, 1979). Foram identificados cinco tipos de triangulação: de dados, de investigadores, de teorias, de métodos e de análises (ADAMI, 2005).

3.4. Estratégia de análise de dados

A análise de dados é o coração da pesquisa, apesar de ser a etapa mais difícil e menos codificada. A maior parte das pesquisas não oferece uma descrição detalhada da análise dos dados, o que acaba gerando uma grande lacuna entre os dados e as conclusões (EISENHARDT, 1989). Yin (1981) afirma que, apesar de não existir uma fórmula pronta para a análise de dados, existem três técnicas para se reduzir os problemas nas análises intra-caso: distinguir tomada de notas de escrita de narrativa, tabular eventos significativos, construir explicações.

A primeira técnica diz respeito ao agrupamento dos dados. Uma armadilha comum é agrupar as informações de cada fonte descrevendo-as em forma de narrativas. A recomendação é que se reúna os dados em torno de proposições,

questões ou atividades, preocupando-se sempre com a flexibilidade dos tópicos, que podem ser alterados ao longo da análise. Desta forma obtém-se um sentido mais facilmente e consegue-se integrar os dados qualitativos ou quantitativos em torno de cada tópico (YIN, 1981).

Para a terceira técnica, Yin (1981) recomenda a criação de explicações como uma técnica para a análise de conteúdo. Esta técnica é relevante para os estudos de caso que tentam explicar um fenômeno. Um estudo de caso explicativo consiste em: (a) uma acurada capitulação dos fatos do caso; (b) consideração de explicações alternativas; (c) uma conclusão baseada em uma única explicação que parece mais adequada aos fatos (YIN, 1981).

A análise do caso desta pesquisa se deu através da utilização, principalmente, das primeira e terceira técnicas descritas por Yin (1981). As questões básicas sobre as quais os dados serão agrupados são as atividades geradoras do conhecimento (LEONARD-BARTON, 1998).

As categorias de análise foram elaboradas a partir do modelo proposto. Buscou-se compreender o contexto das inovações pesquisadas dentro da organização, o processo de identificação de oportunidades utilizado pelos desenvolvedores da melhoria, como foram a geração e a escolha das opções e, por fim, como se chegou à decisão final. O Quadro 7 ilustra as categorias de análise. Na coluna denominada “etapa” estão os processos do modelo que levam à inovação: identificação de oportunidades, geração de opções e convergência dentro de um contexto específico. A coluna chamada de “aspectos avaliados” detalha as etapas identificando os aspectos mais relevantes de cada uma. A última coluna lista as questões trabalhadas com os entrevistados com o objetivo de buscar o entendimento de cada aspecto.

Etapa	Aspectos avaliados	Questões
Contexto	Contexto organizacional	Quais orientações institucionais serviram de motivação ou orientação geral para o projeto?
	Contexto específico	Quais orientações específicas da gerência de manutenção ou equipe serviram de motivação ou orientação geral para o projeto?
	Outras motivações	Existiram outras motivações para a busca de inovações ou novos conhecimentos?
Identificação de oportunidades	Solução compartilhada de problemas	A necessidade de solucionar um problema foi o motivador para o desenvolvimento da inovação? A solução de um problema criou alternativas para inovações?
	Importação de conhecimentos	A oportunidade foi identificada por conhecimentos ou informações trazidas de fora da empresa?
	Implementação ou integração	A integração ou implantação de um novo equipamento/processo propiciou a identificação de oportunidade de um novo desenvolvimento?
	Experimentação	A experimentação de novas soluções para o futuro foram as geradoras de oportunidades? Experimentações anteriores contribuíram para geração de conhecimento para este projeto?

Etapa	Aspectos avaliados	Questões
Geração de opções	Criatividade	Como foi o processo criativo para o desenvolvimento das alternativas? Este foi um trabalho em conjunto ou individual? Os conhecimentos existentes eram suficientes? Novos conhecimentos foram necessários? Como estes novos conhecimentos foram desenvolvidos?
	Redes formais e informais	As redes de relacionamento formais e informais foram acionadas para geração de alternativas? Elas foram acionadas para busca de novos conhecimentos? Como foi o processo de integração das informações obtidas com o conhecimento do grupo?
Convergência	Tomada de decisão	Como foi o processo decisório? Quais critérios foram avaliados para a tomada de decisão? Somente aspectos técnicos e econômicos foram considerados? Aspectos políticos também foram analisados?

Quadro 7: Categorias de análise e questões
Fonte: Elaborado pelo autor

4. ESTUDOS DE CASOS

4.1. O Contexto da Manutenção

A definição formal dada à manutenção é que ela é:

[...] a combinação de ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida (Norma Brasileira 5462-1994).

Esta definição dada pela norma brasileira já traz em si uma limitação à atuação das equipes de manutenção. Esta limitação é dada pela suposição de que a função manutenção só existe para retornar o equipamento ao seu estado original. Entretanto, já existem conceitos mais modernos que reconhecem que:

[...] as atividades de manutenção também devem envolver a modificação das condições originais do equipamento através da introdução de melhorias para evitar a ocorrência ou reincidência de falhas, reduzir o custo e aumentar a produtividade (XENOS, 1998).

Wireman (2005) defende que a manutenção deve ser considerada como uma competência fundamental da organização. O processo de manutenção produz vantagem competitiva de diversas formas, incluindo incremento da qualidade do produto, aumento da capacidade produtiva, redução de custos e eliminação de desperdícios (WIREMAN, 2005).

A finalidade geral de qualquer empresa é aumentar o lucro. Trabalhando para a redução de custos ou para o aumento da capacidade, a função manutenção contribui para este objetivo geral da empresa (WIREMAN, 2005). Esta concepção se mostra em linha com a descrição da função manutenção apresentada por Xenos (1998) e traz a necessidade de se gerar melhorias tanto no processo de manutenção quanto nas tecnologias aplicadas nestas atividades.

A função manutenção na Mineradora é desenvolvida de forma centralizada em cada unidade. O maior nível hierárquico da manutenção nesta empresa corresponde ao nível tático de gestão e está subordinado ao gerente geral da planta. Seu escopo de atuação compreende a manutenção dos ativos industriais e equipamentos móveis nas especialidades mecânica, elétrica e instrumentação. Nesta empresa, a especialidade de automação industrial está subordinada à função de engenharia de processo. A manutenção é dividida do ponto de vista organizacional em quatro departamentos que compreendem todas as especialidades e têm seu escopo de atuação alinhados ao processo produtivo conforme o organograma mostrado na Figura 8.

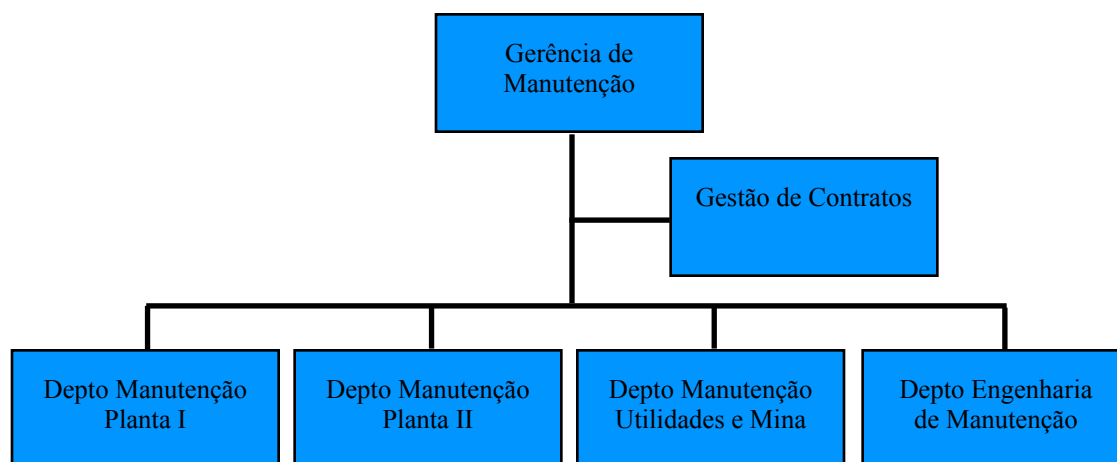


Figura 8: Organograma da Gerência de Manutenção da Mineradora
 Fonte: Dados da pesquisa

A função manutenção na Mineradora responde por cerca de 30% da mão-de-obra da empresa e cerca de 10% dos custos operacionais da organização. Com relação à qualificação da mão-de-obra, dez por cento dos profissionais da manutenção exercem cargos que exigem curso superior.

A Mineradora, por se tratar de empresa intensiva em capital, depende da disponibilidade dos ativos para sua produção e por este motivo a eficácia da manutenção interfere diretamente na capacidade produtiva da empresa e na qualidade do produto. Uma característica peculiar desta mineradora são os baixos estoques intermediários comparados com o mercado (produto semi-acabado) que

aumentam sua lucratividade mas requerem grande confiabilidade dos ativos industriais para evitar perdas de produção.

Do ponto de vista histórico, nota-se uma preocupação recorrente com a organização da manutenção dentro do organograma das empresas notadamente se ela deve ser subordinada à produção e se ela deve ter uma estrutura própria e centralizada. Esta discussão foi evidenciada na entrevista com um profissional egresso da manutenção que chegou a presidente de uma grande siderúrgica nacional. O objetivo desta discussão é estabelecer o ponto ótimo de operação dos equipamentos de forma a garantir sua máxima produtividade sem comprometer sua vida útil esperada. No caso narrado por este entrevistado havia também uma preocupação em garantir que o operador conhecesse a máquina de modo a identificar problemas mais precocemente e a trabalhar dentro dos limites de especificação dos equipamentos. Estes eram, no período de 1964 a 1974 avaliado pelo entrevistado, as principais questões a serem trabalhadas na manutenção.

Nesta entrevista não foi possível evidenciar uma preocupação sistemática em se desenvolver aspectos relacionados à inovação e à criação de conhecimento. As melhorias descritas foram somente no sentido de solucionar quebras de forma emergencial. Foi relatada a existência de um programa de sugestões no início do período avaliado que acabou por ser descontinuado por não ter sido utilizado com o objetivo original que era gerar conhecimento. Ele acabou por ser utilizado como complemento salarial. Nenhum outro programa formal de incentivo para o desenvolvimento de idéias foi desenvolvido após este insucesso.

4.2. O Programa de Idéias

O Programa de Idéias surgiu em 1999 a partir de um trabalho desenvolvido por uma equipe multidisciplinar da Mineradora em um curso de desenvolvimento de executivos junto a uma renomada instituição de ensino. Ele é um programa de

estímulo, reconhecimento e recompensa à contribuição diferenciada dos empregados. Além disto, a empresa o considera um canal de participação de todos os empregados na gestão da empresa. Por meio dele os empregados e contratados são estimulados a contribuir e pensar em soluções que inovem ou aperfeiçoem os diversos processos da empresa.

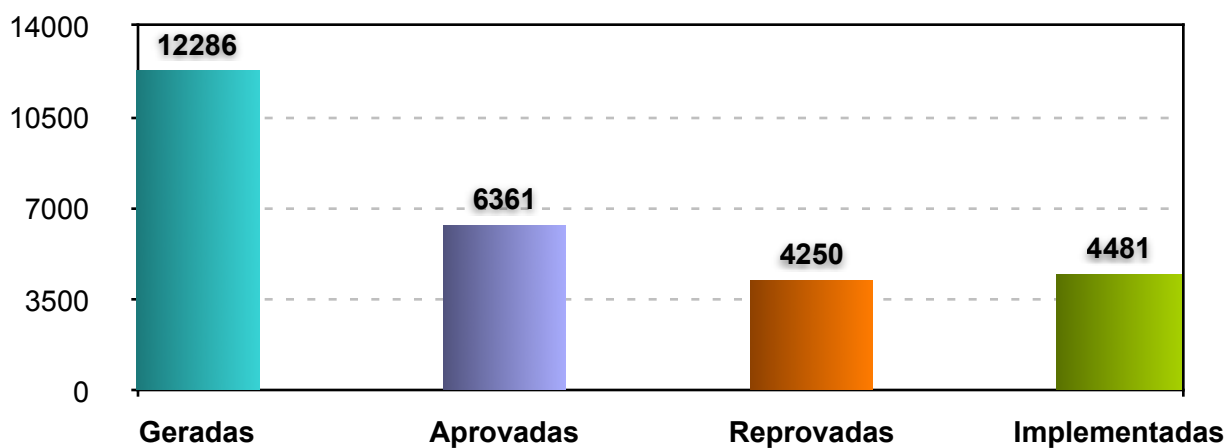
O programa consiste em recompensar idéias que contribuam para os resultados da empresa em uma das cinco perspectivas: qualidade, produção, saúde, segurança e meio ambiente. Em seu formato original, as idéias eram premiadas após a aprovação e implementação. Ao final do ano havia um evento de avaliação das melhores idéias e as cinco melhores em cada perspectiva eram premiadas.

Em 2005, o programa foi revitalizado com o objetivo de aumentar o número de contribuições e alcance de seus resultados. Foi introduzida nesta ocasião a avaliação de complexidade da idéia, reconhecendo não só as de maior complexidade como as mais simples também. Além disto, foi inserida uma avaliação trimestral do impacto dos resultados das idéias, valorizando aquelas de alto impacto com mais um prêmio financeiro. O evento anual de reconhecimento foi mantido. O Quadro 8, a seguir, representa as etapas de premiação bem como os seus critérios de avaliação.

	Avaliação Inicial	Avaliação de impacto	Evento Anual
Itens avaliados	Pertinência da idéia e adequação aos critérios do programa	Resultado obtido	Comparação entre resultados obtidos.
Avaliador(es)	Gestor imediato e superior ao gestor imediato	Comitê multidisciplinar	Comitê multi-disciplinar

Quadro 8: Critérios de avaliação das idéias e avaliadores do Programa de Idéias
Fonte: Dados da pesquisa

Em 11 anos de programa foram registrados os seguintes números:



Obs.: As idéias de alto impacto começaram a ser contabilizadas a partir de novembro de 2005, após o relançamento do programa

Gráfico 4: Registros de idéias cadastradas no Programa de Idéias

Fonte: Dados da pesquisa

As idéias implantadas na manutenção, neste período, representam 65% de todas as idéias implantadas na empresa. Os números absolutos estão mostrados no Gráfico 5.

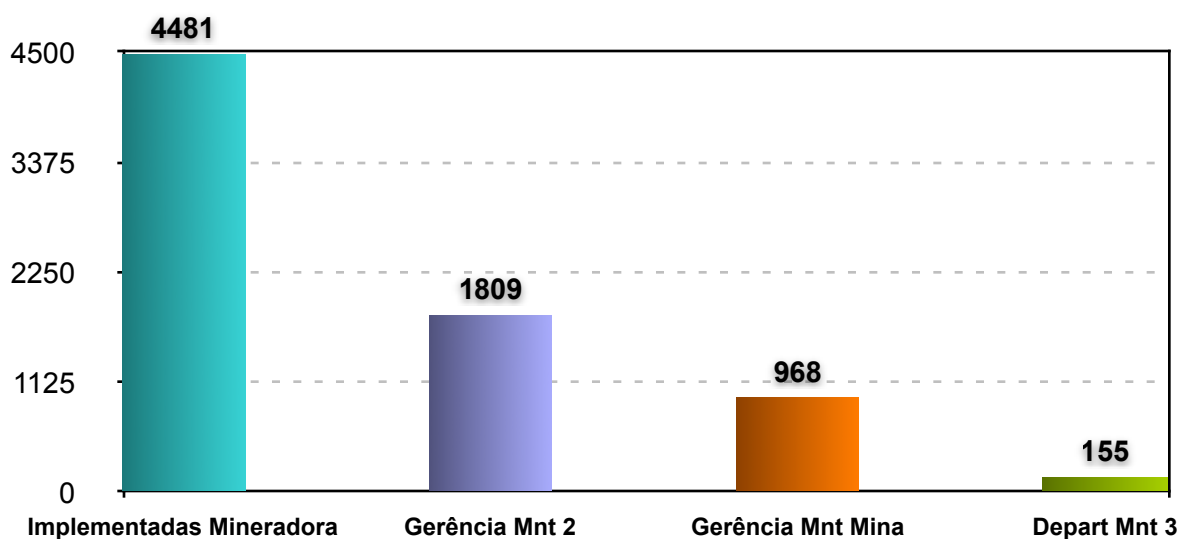


Gráfico 5: Participação das Idéias da Manutenção no Programa de Idéias

Fonte: Dados da pesquisa

Das idéias implantadas na empresa, 538 delas foram classificadas como idéias complexas de acordo com os critérios estabelecidos pelo programa. Dentre estas, 365 (67%) foram sugeridas pelo pessoal de manutenção.

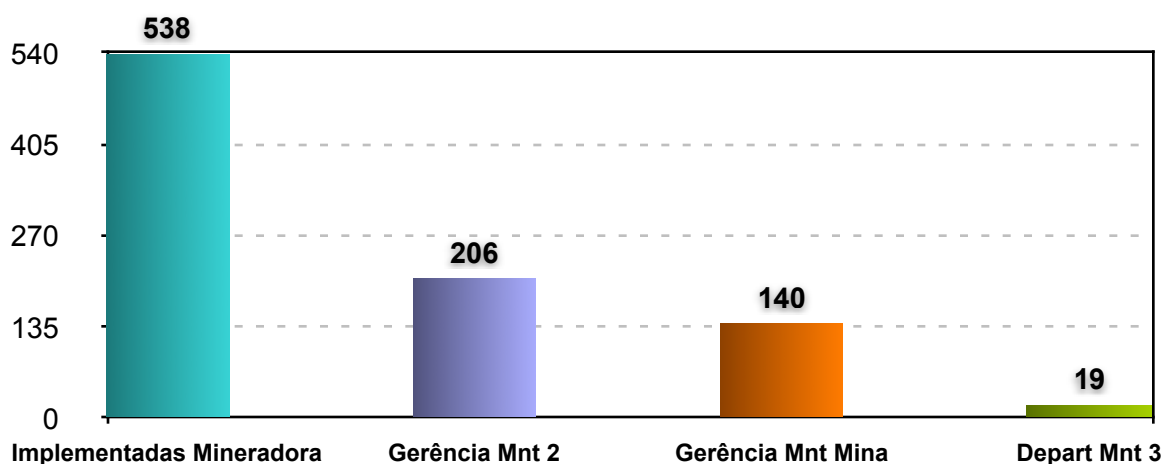


Gráfico 6: Participação da manutenção na geração de Idéias Complexas no Programa de Idéias

Fonte: Dados da pesquisa

Já quando são avaliadas as idéias de maior impacto, que pelo Programa são aquelas classificadas com retorno superior a R\$ 50.000,00, tem-se que a manutenção foi responsável por 73% do número total da empresa (GRÁFICO 7).

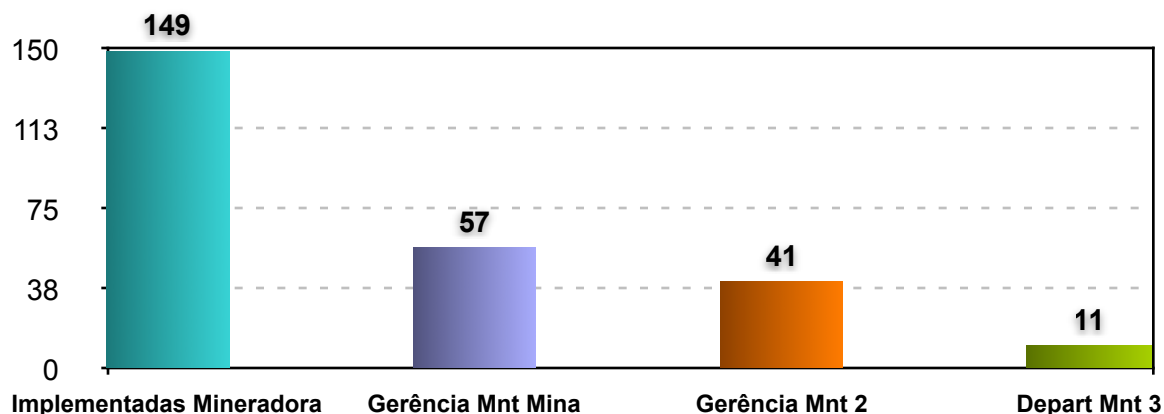


Gráfico 7: Participação das Idéias de Alto Impacto da Manutenção no Programa de Idéias

Fonte: Dados da pesquisa

Como pode-se observar através destes dados, a manutenção tem contribuído de forma determinante para a inovação na organização. Entretanto na empresa não se conhece as razões para esta contribuição diferenciada. Algumas

hipóteses foram levantadas pelos entrevistados como a necessidade de solução de problemas para reduzir o esforço de manutenção ou a necessidade de adaptação de novos equipamentos ao processo produtivo, entre outras. A seguir, serão apresentados três casos em que se avaliou o processo de criação da inovação.

4.3. Caso 1: Redutor planetário para a translação do Tripper-car

O processo produtivo da Mineradora, na unidade de Mina, consiste em lavar o minério, transportá-lo até uma planta de Britagem onde sua granulometria é ajustada à necessidade da próxima etapa, que consiste em retirar a sílica do minério, tornando-o mais rico em minério (Planta de Concentração). Em seguida, o minério é transportado até a outra unidade da Mineradora. Um ponto fundamental nesta cadeia é manter a quantidade de minério suficiente para abastecer a planta de Concentração. Esta estabilidade de alimentação de minério possibilita a operação da planta com sua máxima produtividade e o Tripper-car é um dos principais equipamentos que alimentam a planta de Concentração (FIGURA 9).

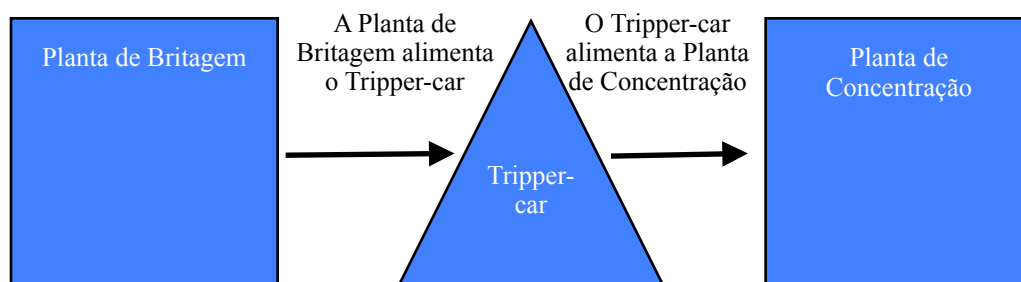


Figura 9: Posição do Tripper-car no Processo Produtivo
Fonte: Elaborado pelo autor

Em 2007, entretanto, verificou-se que o desempenho operacional do Tripper-car era insuficiente para sustentar os resultados esperados para este

equipamento (GRÁFICO 8). Havia uma série de paradas deste equipamento resultando em falta de minério para alimentar a planta de Concentração. O então supervisor da mecânica, tendo constatado este fato, estudou os modos de falha do equipamento e chegou à conclusão de que a causa-raiz do problema era a baixa confiabilidade do sistema de acionamento deste equipamento.

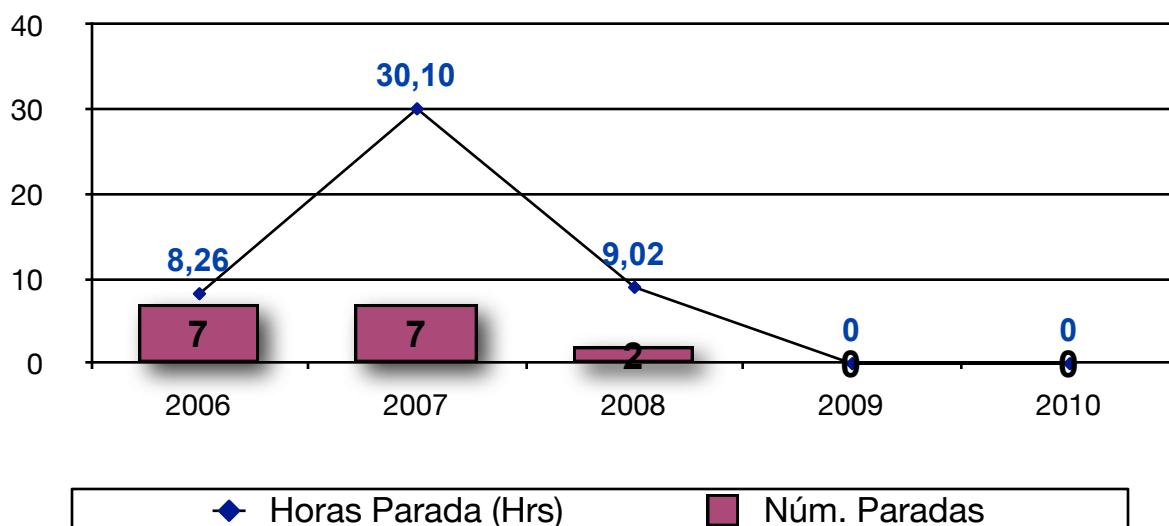


Gráfico 8: Tempo de parada do Tripper-car em função de falhas do acionamento
 Fonte: Elaborado pelo autor com dados da pesquisa

Esta foi a etapa de identificação de oportunidades deste projeto. A crise gerada pelo baixo desempenho do equipamento (Tripper-car) motivou a criação de uma equipe que desenvolveria um sistema de acionamento mais confiável e seguro. A equipe era constituída pelo supervisor, por um técnico mecânico e por um engenheiro de manutenção.

O sistema de acionamento da translação do Tripper-car havia sido instalado há mais de 30 anos e neste tempo apenas melhorias pontuais haviam sido implantadas. Um dos pontos de maior fragilidade do sistema era a quantidade de componentes (5 subconjuntos) que reduzia a sua confiabilidade (FIGURA 10).

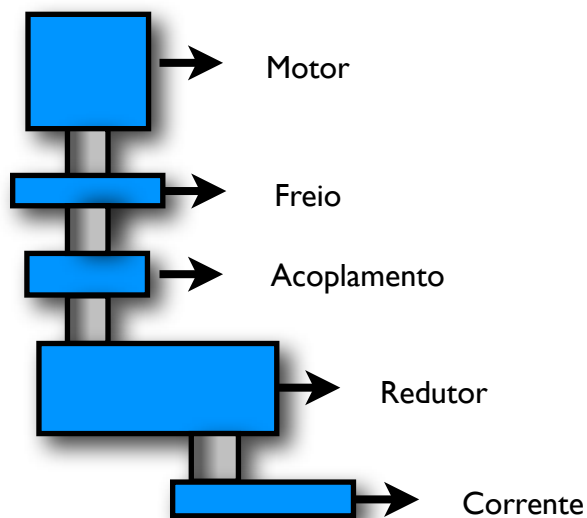


Figura 10: Desenho esquemático do antigo acionamento do Tripper-car
Fonte: Elaborado pelo autor

Outro ponto de atenção era a questão de frenagem. No equipamento anterior quando havia o rompimento da corrente de transmissão, o sistema perdia sua capacidade de freiar, o que podia resultar em acidentes com a máquina, como pode ser verificado no depoimento do Entrevistado 1:

Um outro problema também que a gente tinha com esse rompimento da corrente, é que quando rompia a corrente a gente não tinha controle e o sistema de freio era ineficiente e ele acabava se chocando contra os batentes e chegou até a descarrilhar em alguns casos. Chegou a danificar a estrutura, o shut, e, em uma dessas batidas, chegou a cair. (Entrevistado 1)

O novo projeto deveria conter menos componentes e possuir uma concepção mais robusta e confiável no que diz respeito ao sistema de freios. Com este objetivo em mente a equipe do projeto buscou alternativas com fornecedores para o equipamento.

Nesta etapa, a geração de opções, buscou-se alternativas com fornecedores de equipamentos e profissionais de outra mineradora. Duas opções foram identificadas e avaliadas.

A primeira opção foi a instalação de um motoredutor convencional diretamente na roda do equipamento para eliminar o acionamento original. Esta solução se utilizava de uma tecnologia já conhecida pelos profissionais da

Mineradora e era a adotada na outra mineradora consultada, apresentando um desempenho satisfatório. Entretanto, quando foi realizado o estudo para instalação no equipamento da Mineradora foi verificado que não havia espaço físico para tal, como pode ser comprovado pelo Entrevistado 1:

Só que voltando para a Mineradora, para onde está instalado o Tripper-car, a periferia (nota do autor: região no entorno do equipamento) do Tripper-car não permitia colocar muito o motoredutor, porque o motoredutor específico para aquela aplicação era muito grande e a gente iria criar uma condição insegura, ou então a gente teria que cercar a área quando ele tivesse em translação, porque não dava para poder ficar um pessoa na plataforma e a máquina trafegando ali em cima do trilho. (Entrevistado 1)

Diante deste impasse, foi solicitada a visita de um fornecedor especialista em acionamentos e que tinha um relacionamento com a Mineradora de longa data. Este fornecedor foi encarregado do desenvolvimento de um motoredutor com dimensões físicas compatíveis com a necessidade do projeto. Entretanto, o fornecedor sugeriu que se utilizasse outra tecnologia chamada redutor planetário, que seria capaz de executar a função desejada e teria dimensões reduzidas. Uma questão interessante nesta sugestão é que o fornecedor não dispunha desta tecnologia. Este profissional abdicou desta venda com o objetivo de auxiliar na escolha da melhor solução para o problema apresentado.

A solução escolhida, então, foi a instalação de um redutor planetário que apresentava uma concepção mais compacta (2 subconjuntos) e maior robustez (FIGURA 11). Esta solução foi inovadora por mudar a tecnologia de redução de velocidade e o arranjo geral do acionamento.

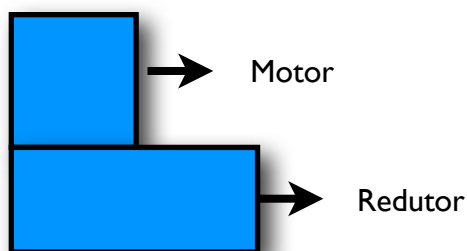


Figura 11: Desenho esquemático do novo acionamento do Tripper-car
Fonte: Elaborado pelo autor

A convergência, terceira etapa do modelo proposto, foi simplificada neste caso pela inviabilidade técnica de uma das duas opções identificadas. A decisão necessária nesta etapa foi apenas de se implantar ou não a segunda opção. Este processo decisório foi simples, coube apenas a explicação e comunicação da solução para o nível hierárquico superior. O momento da instalação foi escolhido de modo a aproveitar uma outra intervenção de manutenção no equipamento.

A partir do momento que a gente colocou a idéia e as pessoas conheceram e entenderam como seria a idéia, a empresa na mesma hora financiou o projeto e destinou um gasto para poder fazer a aquisição do equipamento. E a intervenção para poder instalar o equipamento teve que aguardar uma oportunidade de produção (Entrevistado 1).

Este projeto apresenta elementos importantes relacionados à atividade criadora de conhecimentos chamada de soluções de problemas (LEONARD-BARTON, 1998). A motivação inicial do projeto foi desenvolver um equipamento mais confiável reduzindo assim as interrupções constantes da produção. Entretanto esta atividade, a solução compartilhada de problemas, não foi a única na criação do conhecimento e da inovação. O relacionamento externo, especificamente com um fornecedor, disponibilizou a tecnologia necessária para a solução do problema.

A motivação principal para este projeto foi a seqüência de problemas gerados por um equipamento de baixo desempenho que influenciava de forma significativa o processo produtivo da Mineradora e o resultado da manutenção. A avaliação do problema realizado por especialistas internos e externos à empresa, revelou os pontos de vulnerabilidade, identificou como deveria ser a solução ideal e buscou no mercado o melhor equipamento para a solução idealizada. A solução foi, inclusive, discutida com um especialista de outra mineradora que passara por problemas semelhantes.

Verificou-se neste projeto que redes de conhecimento foram construídas entre a empresa e seus fornecedores. Neste projeto específico o fornecedor acionado para dimensionar um equipamento que solucionaria o problema de manutenção acabou por indicar uma solução de engenharia de que não dispunha. O equipamento foi comprado de outro fornecedor por este motivo. Esta situação

demonstra um comprometimento com o resultado do projeto por parte do fornecedor mesmo em detrimento de vendas no curto prazo. O relacionamento de longo prazo determinou a confiança necessária para que se obtivesse a melhor solução para o problema.

Adicionalmente, este projeto, de certa forma, serviu como experimento para o equipamento instalado e que, após o sucesso obtido, será avaliado para outras aplicações distintas. A experimentação, no nível de novas aplicações, são constantes no dia-a-dia da manutenção. Em busca de soluções para seus problemas cotidianos, os mantenedores testam constantemente novos produtos (usualmente produtos de mercado).

O fluxo para a criação de conhecimento deste projeto está representado na figura 12 . A oportunidade foi identificada através de medições de desempenho que destacaram um resultado aquém do esperado em função dos problemas daquele componente. As opções foram geradas pela equipe durante as reuniões de análise do problema e a opção definitiva foi desenvolvida por um fornecedor que já tinha um relacionamento com os profissionais da equipe. Finalmente, a decisão foi tomada pela equipe baseando-se em critérios exclusivamente técnicos.

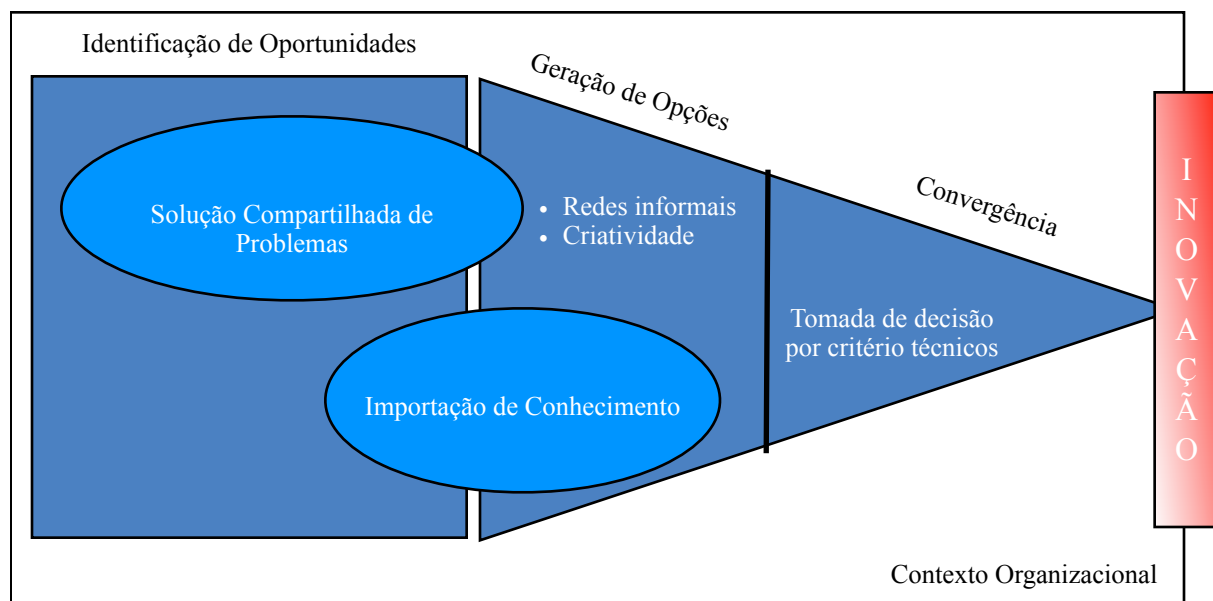


Figura 12: Processo de Geração de Conhecimento no Projeto de novo acionamento para o Tripper-car

Fonte: Elaborado pelo autor

4.4. Caso 2: Mesa para troca de esteira dos alimentadores de placas

O minério extraído das minas é armazenado em grandes pilhas de estocagem. Embaixo destas pilhas existem equipamentos para recuperação do material e seu envio para a próxima etapa do processo produtivo. Estes equipamentos, chamados alimentadores de placas, sofrem a cada dois anos uma grande reforma para recuperação das peças de desgaste e troca de componentes mecânicos. Esta reforma tem duração de cerca de cinco dias e, antes da implantação desta idéia, fazia-se necessária a parada da utilização da pilha por este período. Esta melhoria implantada permitiu que se faça a reforma em duas etapas: dois dias com a pilha fora de operação e três dias com a pilha em operação (os outros alimentadores da pilha funcionam durante este período). Com isto, foi reduzido o intervalo de tempo no qual as usinas de concentração de minério ficam com seu abastecimento restrito.

Este projeto mudou significativamente a forma como a manutenção é realizada no equipamento. Esta mudança foi justamente a motivação inicial para o trabalho pois, no perspectiva dos técnicos de manutenção que desenvolveram o projeto, a atividade demandava grande esforço físico (as peças pesam cerca de 120kg cada uma e demandavam três pessoas para carregá-las) e oferecia riscos de acidentes às pessoas que a realizavam. Buscou-se com o desenvolvimento desta mesa uma posição mais adequada ergonomicamente para a montagem das placas do equipamento e, ao redesenharem o processo de manutenção utilizando esta mesa, os profissionais perceberam que seria possível evitar a parada da pilha de minério. A identificação da oportunidade surgiu da solução compartilhada de um problema identificado pela equipe do projeto. A equipe, por já ter trabalhado na execução da atividade, sentiu-se incomodada com os riscos envolvidos e com o esforço a que a atividade submetia os executores como se pode verificar na fala do entrevistado 4:

Pensando na melhora da ergonomia e na diminuição do tempo de parada começamos a pensar numa forma diferente de realizar esta atividade.

Avaliando isto começamos a pensar no equipamento aberto, pensamos na esteira aberta e nos perguntamos se existia a possibilidade desta esteira entrar montada, ou por baixo ou por cima. Esta questão de a esteira entrar montada melhorava o aspecto ergonômico em relação à montagem no chão. Além disto você pode usar outros recursos como a talha que já havia sido instalada. Começamos aí a perceber que precisaríamos de uma sustentação para a esteira e que nesta sustentação deveriam existir rolos que permitissem a movimentação da esteira como é no próprio equipamento. Ou seja, nós pegamos aquele equipamento e simplificamos ele em uma banca que ficava de fácil construção. (Entrevistado 4)

A idéia inicial foi concebida pela equipe do projeto que a desenvolveu até o projeto conceitual. À partir desta etapa foi solicitado ao departamento de engenharia de manutenção um projeto de engenharia da mesa para garantir que ela suportaria a carga necessária e que não criaria outros riscos para a equipe de execução da manutenção. Após a elaboração do projeto de engenharia e de sua aprovação técnica, os idealizadores da melhoria ainda validaram o novo método de manutenção dos alimentadores de placas com técnicos de manutenção e mecânicos mais experientes. Nesta etapa, percebendo que os profissionais mais experientes compartilhavam com eles a expectativa de melhora na execução da atividade, eles decidiram pela fabricação e utilização da mesa. A etapa de geração de opções já vinha acontecendo antes mesmo deste projeto. Outras melhorias já haviam sido imaginadas e implantadas. Entretanto, o problema não havia sido completamente solucionado. Um aspecto interessante neste caso é que como as alternativas demandavam baixo investimento e apresentavam baixa complexidade de implantação várias foram realizadas. Estas “experimentações” juntamente com o diagnóstico de que ainda havia a necessidade de se melhorar a execução da atividade foram determinantes para o desenvolvimento da solução final e sua escolha como melhor opção (FIGURA 13).

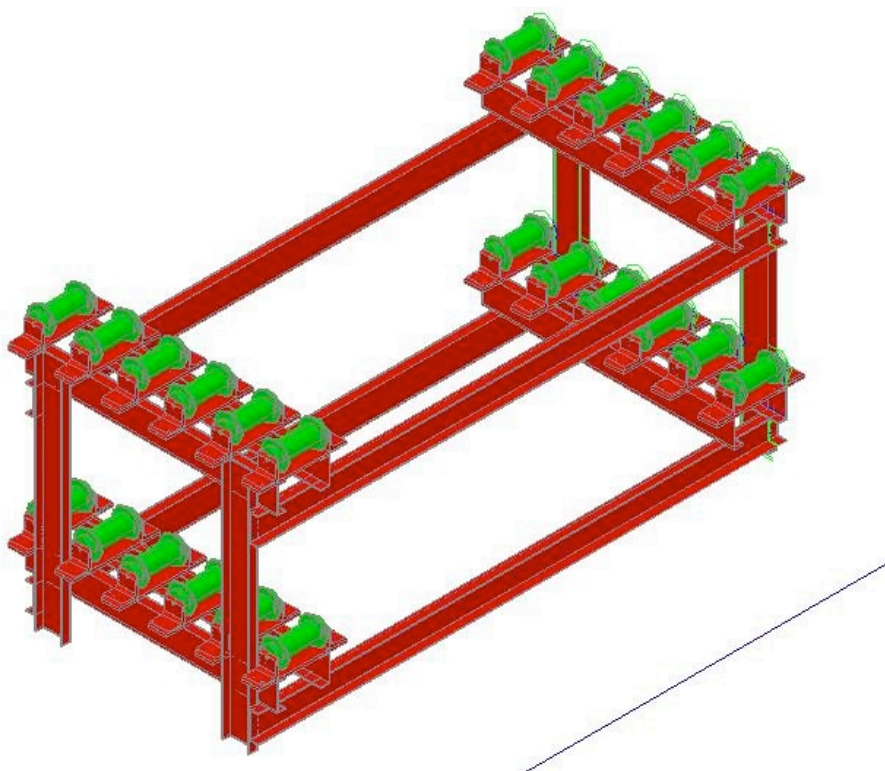


Figura 13: Ilustração da mesa para manutenção nos alimentadores de placas
Fonte: Dados da Pesquisa

Esta melhoria foi, portanto, desenvolvida apenas com recursos internos à organização e todo o conhecimento para o desenvolvimento da idéia se encontrava no departamento de manutenção da organização. Um aspecto interessante neste projeto é a inexistência de estímulo específico para o desenvolvimento do projeto por parte da organização. A organização, entretanto, ao verificar a oportunidade em se melhorar a atividade destinou os recursos necessários para viabilizar o projeto.

Neste projeto o fluxo processo de inovação teve início à partir da identificação da necessidade de se melhorar a atividade de manutenção nos aspectos de ergonomia e segurança, representando uma atividade de solução compartilhada de problemas. A etapa de geração de opções utilizou-se de experimentações anteriores de solução para este problema como base do que deveria ser desenvolvido. Apenas uma opção foi desenvolvida pela engenharia de

manutenção. O processo decisório foi simplificado cabendo apenas ao supervisor a decisão da fabricação e uso da mesa. Especialmente por ser uma melhoria de baixo investimento e grandes oportunidades de redução de impactos em produção e em segurança do trabalho, este projeto foi aprovado com agilidade e sem necessidade de aprovações adicionais (FIGURA 14).

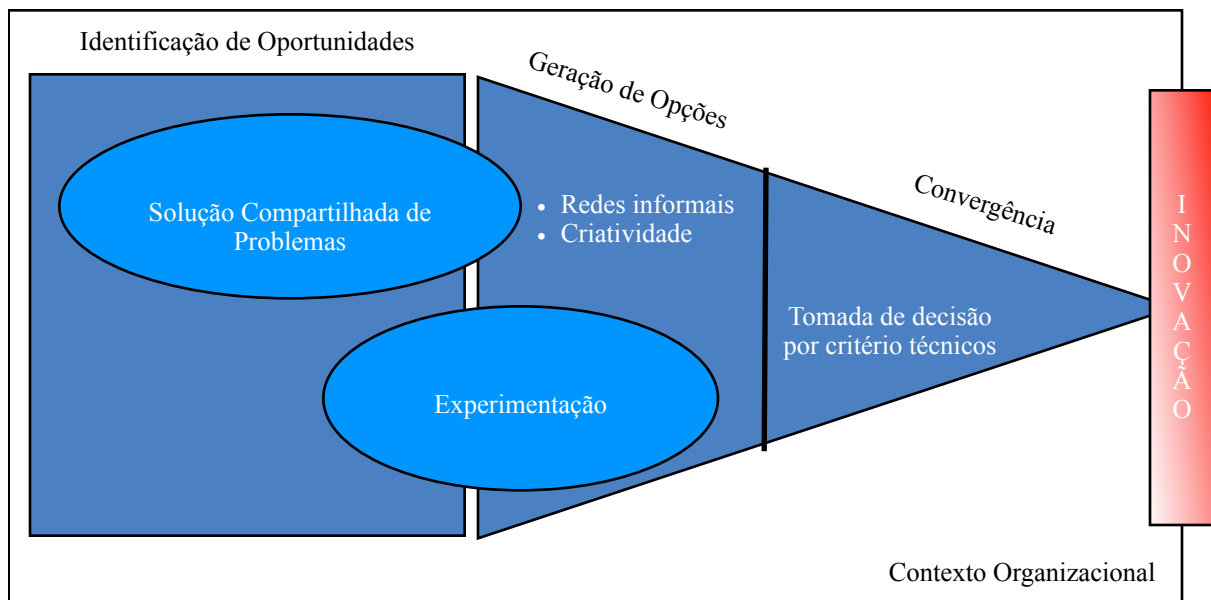


Figura 14: Processo de geração de conhecimento no projeto de desenvolvimento de mesa para manutenção nos alimentadores de placas

Fonte: Elaborado pelo autor

4.5. Caso 3: Medidor de velocidade de sedimentação

Todo o produto do processo de beneficiamento precisa ser preparado para ser transportado. Essa preparação se dá através da correção do pH e da densidade de polpa de minério. A correção do pH é feita através da adição de cal e a densidade da polpa de minério é ajustada em um equipamento chamado espessador que, através de um processo de sedimentação do minério o separa da água. Para este processo de espessamento existem dois equipamentos que têm capacidade de processar 50% da produção cada um.

A etapa do processo de espessamento demanda ajustes precisos da alimentação e retirada de polpa dos equipamentos. Em casos de descontrole pode-se obter produtos com uma densidade muito baixa ou uma sobrecarga do equipamento. Quando obtém-se densidades abaixo da especificada, perde-se capacidade de transporte na etapa seguinte. O sistema de transporte tem uma capacidade volumétrica fixa; quando se transporta mais água do que o necessário (caso da densidade baixa) reduz-se, necessariamente, a quantidade minério transportado. Por outro lado, quando se tem uma sobrecarga no espessador gera-se uma parada do equipamento por no mínimo 12h, resultando em perdas de produção.

Para se alimentar e retirar material eficientemente no equipamento uma variável é fundamental: o controle de velocidade de sedimentação do minério. Esta variável apresenta valores muito distintos em função da característica do minério lavrado e seu comportamento dificilmente pode ser previsto a priori. Daí vinha a necessidade de se medir a velocidade de sedimentação do minério no equipamento em tempo real para se corrigir variações de comportamento em função das características do minério.

Apesar da necessidade da medida, não havia instrumentos disponíveis no mercado para realizar a tarefa. Quando um engenheiro de processo identificou um instrumento que, se importado, poderia atender à necessidade, uma discussão iniciou-se a respeito da implantação deste instrumento. A identificação da oportunidade, primeira etapa do modelo, neste caso foi disparada pelo conhecimento de um instrumento que poderia resolver um problema já conhecido. Durante as discussões de avaliação do instrumento identificado, um profissional de instrumentação apresentou um equipamento que foi desenvolvido por ele para outra finalidade mas que, por acaso, acabou podendo ser utilizado para medir a velocidade de sedimentação da polpa de minério no espessador.

Nas palavras do inventor:

O instrumento para medir velocidade de sedimentação foi desenvolvida no final de 2005, início de 2006, mas começou na realidade em 2004/2005. Eu tive um problema com o medida de densidade na planta de finos. A coluna de alimentação do medidor de densidade estava

pequena, estava no limite e ele estava entupindo. Eu detectei pelo gráfico, fui no densímetro e desentupi e coloquei ele para rodar. Uma hora depois ele entupiu novamente. Mas quando eu peguei o gráfico percebi que não era um gráfico de densidade, era um gráfico de sedimentação. Peguei o densímetro e baixei ele no nível na planta para ele ganhar mais três metros de coluna. Resolvi o problema. Passaram-se uns seis meses, eu já tinha ido para o projeto, eu estava passando perto do espessador, um engenheiro de processo e um técnico de instrumentação disseram que estavam olhando um aparelho que mede velocidade de sedimentação. Tem um aparelho importado que usa luz. Veio-me aquela fala que eu tinha colocado para mim mesmo, há um tempo atrás: medidor de velocidade de sedimentação nós já fizemos quando teve a falha na planta de finos e nós podemos fazer o reverso que nós fizemos, nós abaixamos o densímetro para poder parar a sedimentação, o que nós podemos fazer e usar um recipiente maior, mais alto, alimentar e fechar para ele sedimentar e medir qual é a velocidade. (Entrevistado 3)

Estas discussões representaram, neste projeto, a etapa de geração de opções. A equipe envolvida no projeto acreditou na proposta e resolveu aprofundar-se nos estudos para verificar se o instrumento desenvolvido na empresa seria mesmo capaz de executar aquela função. Foram realizados testes em laboratório e medidas em bancadas, preparando -se um banco de dados para que o instrumento fosse calibrado para aquela aplicação. Um protótipo foi desenvolvido e instalado no espessador de concentrado. Utilizando-se então daquele banco de dados e testes com o protótipo a equipe conseguiu operacionalizar o instrumento e fazer a medição necessária. A solução foi replicada para o outro espessador. A equipe que trabalhou neste projeto foi composta de um engenheiro de processo, dois técnicos de instrumentação e dois técnicos de automação.

Este projeto demonstra que a manutenção da Mineradora desenvolve expertise na aplicação de produtos de mercado. Para tal, cria-se uma rede com fornecedores de equipamentos e instrumentos que suprem a necessidade para aplicações específicas. Não foi identificado desenvolvimento de novas tecnologias pela manutenção mas sim novas aplicações para tecnologias de mercado já existentes. Não foi identificado um processo sistêmico de benchmarking e não foram identificadas redes de conhecimento importantes que não fossem com fornecedores.

A solução encontrada surgiu em outro projeto durante a experimentação de um equipamento em desenvolvimento por um técnico da Mineradora para medir densidade e que por acaso mostrou-se útil para medir a velocidade de sedimentação. Associou-se o conhecimento deste mecanismo de medição de velocidade de sedimentação com um método laboratorial de medição de velocidade de sedimentação e estabeleceu-se o novo processo de medição automática de velocidade de sedimentação da polpa de minério. Um aspecto importante verificado neste projeto é a maturidade apresentada por este profissional no que tange ao erro. Existe uma crença deste profissional de que mesmo os experimentos que não trouxeram os resultados esperados podem criar conhecimentos para futuras inovações.

[...] quando você está desenvolvendo idéias ocorrem muitos erros, muitos equívocos, muita coisa dá errado, mas muitas vezes quando uma coisa deu errada pode dar certo para alguma (nota do autor: outra) aplicação. Então os erros você grava bem para não cometê-los de novo, é uma defesa, você fica esperando uma oportunidade para relembrar aquele problema. (Entrevistado 3)

O profissional que desenvolveu este instrumento tinha quase 80% do seu tempo na empresa dedicado a projetos de inovação. A decisão de liberação deste tempo foi tomada pelo seu gestor imediato que faz parte do primeiro nível hierárquico da empresa.

Para este projeto foram acionadas somente redes internas à organização na geração de opções. O fornecedor do instrumento foi acionado para colaborar com as adaptações necessárias.

O processo de inovação, ilustrado na figura 15, iniciou-se com a identificação de um produto de mercado que poderia resolver um problema operacional. Por não ser um produto conhecido, sua utilização demandaria testes por um tempo prolongado. Como opção a equipe tinha um protótipo desenvolvido para outra aplicação que por um erro desempenhava a função requerida. Das duas opções optou-se pela segunda que demandaria um tempo menor para implantação e cuja eficácia havia sido comprovada para realizar a medida necessária. A experimentação desenvolvida dois anos antes foi determinante para

o desenvolvimento da opção selecionada. A busca por uma solução compartilhada do problema foi importante para a decisão pela implantação da inovação escolhida.

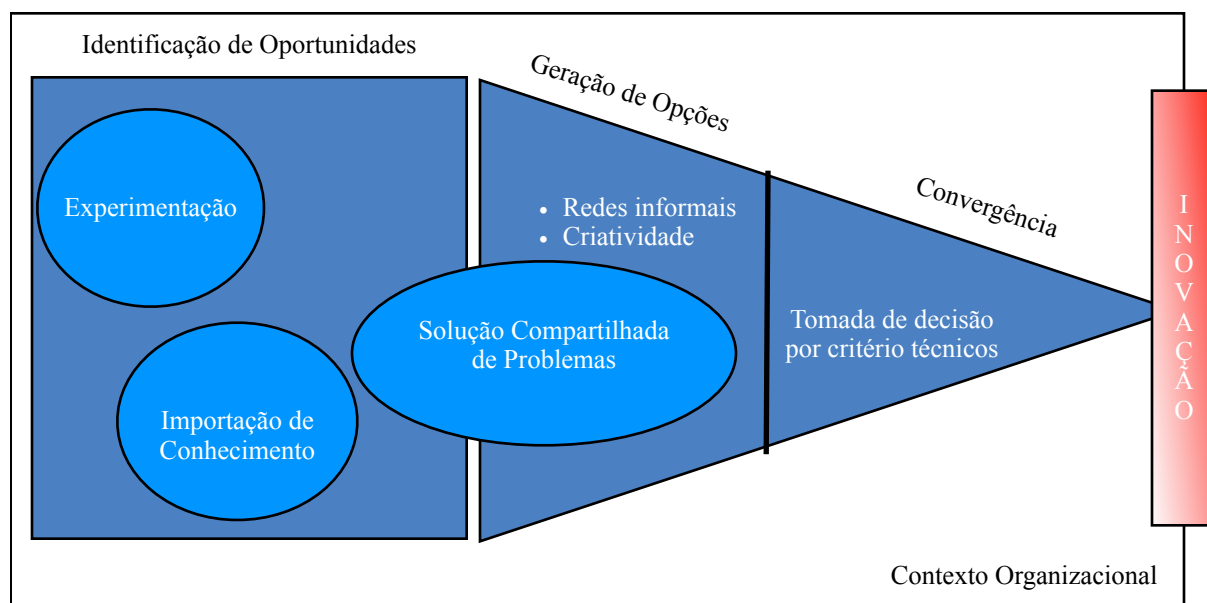


Figura 15: Processo de geração de conhecimento no projeto de desenvolvimento de instrumento de medição de velocidade de sedimentação

Fonte: Elaborado pelo autor

4.6. Análise dos Resultados

Tomando-se como base o programa de reconhecimento de idéias da empresa, verifica-se que o Departamento de Manutenção responde pela criação de 65% das propostas de melhorias aprovadas na empresa. Avaliando-se, adicionalmente, as propostas de maior impacto no negócio da organização, têm-se que a manutenção responde por 73% do número de contribuições registradas e aprovadas. Estes números associados a um consenso entre as pessoas entrevistadas indicam este departamento como o principal gerador de melhorias (inovações) incrementais de processo na empresa. Esta alta taxa de desenvolvimento interno de inovações é esperado levando-se em consideração o

estudo realizado por Pavitt (1984) em que ele divide em as empresas em três grupos: (a) dominadas pelos fornecedores; (b) produção intensiva e (c) baseadas em ciência. A Mineradora, sendo classificada como um empresa de produção intensiva, contando com um processo de tecnologia complexa e cara devota um volume considerável de recursos para se assegurar que seus equipamentos sejam utilizados de forma eficiente e sejam continuamente melhorados. Desta forma, é de se esperar uma contribuição significativa do departamento de manutenção no desenvolvimento de soluções de aumento de desempenho e confiabilidade dos ativos da organização.

Avaliando-se os casos estudados do ponto de vista das atividades geradoras de conhecimento é possível atribuir avaliações de relevância a cada uma das atividades no que se refere à importância para o resultado obtido pela melhoria. Esta avaliação está mostrada no Quadro 9. As análises a seguir foram baseadas nestes pesos atribuídos.

	Caso 1	Caso 2	Caso 3
Solução compartilhada de problemas	Alta	Alta	Alta
Experimentação formal e informal constante	Baixa	Média	Alta
Integração de novas tecnologias e novas metodologias	Baixa	Baixa	Baixa
Busca de know-how de fontes externas	Alta	Baixa	Média

Quadro 9: Avaliação da importância das atividades geradoras de conhecimento em cada caso estudado

Fonte: Elaborado pelo autor

A solução compartilhada de problemas representa uma importante atividade geradora de conhecimento na manutenção. A razão para isto parece ser a interdependência entre as especialidades de manutenção, automação e produção. Esta relação intensa faz com que os problemas sejam discutidos em grupos multifuncionais e acaba por gerar conhecimento e inovações de forma compartilhada. As demais atividades parecem ser utilizadas para complementar o conhecimento necessário para resolver o problema.

Não foram encontrados indícios de intenção gerencial direcionada para o desenvolvimento de experimentações para o departamento de manutenção. Em nenhuma das entrevistas verificou-se ações gerenciais sistemáticas que promovessem a experimentação de novas soluções. Entretanto, há entre os membros da manutenção um consenso no sentido de abertura para a experimentação: apesar da ausência de intenção gerencial para a experimentação, há uma abertura para experimentar com níveis de aprovação proporcionais aos impactos potenciais no negócio. Quanto maior o risco, maior o nível hierárquico que pode aprovar aquele experimento. Não existem limites claros de autonomia para os cargos gerenciais, o que faz com que diversas decisões possam ser tomadas nos primeiros níveis da empresa, como, por exemplo, a alocação de tempo de profissionais em atividades voltadas a inovação e experimentação. Como a organização aparenta não depender de inovações como seu negócio, não há grandes pressões para inovar e há tolerância ao erro, desde que não haja impacto significativo no processo produtivo. As experimentações que envolvem grande risco à continuidade do processo produtivo têm dificuldade em serem conduzidas e, nestas, não há tolerância ao erro. O relato do entrevistado 6 ilustra estas questões:

Eu acho que precisa errar no processo de inovação mas também a pessoa tem que ter uma “gordurinha para queimar”, não pode só errar. Então, o empregado que nunca deu idéia pensa em uma coisa mirabolante, aí ficamos com o pé atrás. Mas o empregado que começou ali, teve uma idéia, (nota do autor: depois) deu outra idéia e as pessoas vão adquirindo confiança, depois ele chega com uma idéia mirabolante mas o cara tem passado, então, as pessoas compram mais e aí ele pode errar. (Entrevistado 6)

Um ponto de atenção é que o aprendizado adquirido pelas experimentações dificilmente é registrado e, usualmente, fica restrito somente às pessoas que participaram do experimento. Não há um processo corporativo de retenção, na forma de documentos, deste conhecimento gerado.

Não há, do ponto de vista organizacional, movimentos intencionais para geração de flutuação ou caos criativo. A preocupação da organização parece ser em manter a ordem sem grandes mudanças ao longo do tempo. Esta estratégia reduz riscos mas reduz também significativamente a geração de idéias e opções.

A etapa de geração de opções nos casos estudados foi abreviada. Esta característica comum aos três projetos parece ser determinada pela natureza das oportunidades identificadas: crises desencadeadas por baixo desempenho de equipamentos ou dificuldades operacionais. A urgência em solucionar os problemas parece influenciar as equipes no sentido de encurtar o tempo dedicado à geração de opções.

Outro aspecto importante que influencia a geração de opções nos projetos avaliados é a questão de variedade dos requisitos dos profissionais da Mineradora. Não existem grandes variações de perfis nos profissionais da empresa e não há uma política para buscar uma variedade maior de requisitos. Os trechos da entrevista 7 demonstram esta questão.

Eu acho que a Mineradora é pouco focada em diversidade. A gente faz algumas inserções mas [...] na Mineradora todo mundo é parecido. [...] A gente tem começado a buscar esta diversidade, esta variedade, mas não tem uma política. (Entrevistado 7)

As redes de conhecimento da empresa são altamente dependentes das pessoas, ou seja, na verdade as redes de conhecimento das pessoas são utilizadas na empresa para o desenvolvimento de novas aplicações. Este fato representa risco à capacidade da organização de sustentar sua capacidade de gerar melhorias diante à possibilidade de perda do profissional para o mercado. O processo de qualificação técnica dos profissionais de manutenção vem sendo sistematizado e não há um plano de longo prazo para desenvolvimento técnico dos profissionais.

A busca de conhecimentos externos é pontual e altamente dependente da iniciativa individual dos profissionais. Não há um mapeamento dos conhecimentos necessários e não há um diretório onde os conhecimentos possam ser buscados interna ou externamente. Esta questão associada à cultura vigente de não se registrar o aprendizado representa grande risco para a organização no futuro. Neste aspecto seria recomendável a sistematização do processo de criação, busca e retenção de conhecimento através de processos e funções organizacionais voltadas para este objetivo. Programas formais de transmissão de conhecimento entre profissionais de experiência, formação e áreas distintas associados a um processo de registro do conhecimento criado ou obtido externamente têm potencial para mitigar o risco de perda de conhecimento. Adicionalmente, um plano de desenvolvimento técnico, de longo prazo, das equipes de manutenção alinhado com a estratégia de crescimento e excelência empresarial da organização mostra-se interessante face a um cenário futuro de provável escassez de mão-de-obra qualificada.

Além disto, do ponto de vista de políticas de busca de referências externas, verifica-se apenas regras restritivas como orçamento para viagens e níveis de aprovações elevados para viagens internacionais. Não foram identificadas regras incentivadoras às buscas de referências externas que poderiam contrapor as regras restritivas. Metas anuais individuais ou setoriais de visitas externas para objetivos determinados poderiam ser um exemplo de regra incentivadora.

O Programa de Idéias trabalha como incentivador de inovações e implantações de melhorias e é amplamente conhecido e utilizado. Entretanto, não é utilizado como fonte de conhecimento. Os empregados não o consultam quando precisam buscar novos conhecimentos, não conhecem suas ferramentas de busca e o sistema de busca não foi completamente implantado. Os trechos de duas entrevistas a seguir mostram estes aspectos:

Tem um sistema no Programa de Idéias em que o correto é que toda inovação passe por lá. Pode acontecer uma ou outra em menor escala que fique perdida. É um bom sistema, lá fica registrado, tem local para colocar desenhos, quero dizer o sistema é bom mas o que pode é ser mal

usado. E tenho visto que inovações que foram bem incorporadas na área depois servem de base para novos projetos. (Entrevistado 6)

Não pesquisei e eu acho que ninguém pesquisa. E quando pesquisa não consegue o que quer. (Entrevistado 3 falando de pesquisa de outras idéias no sistema do Programa de Idéias)

O Programa Idéias pode ser utilizado de forma mais abrangente tornando-se não somente um incentivo à geração de melhorias mas como um processo formal da organização de registro e retenção de conhecimento criado. Para tal são necessárias alterações no sistema e um reposicionamento do programa voltado para este objetivo. Desta forma, parece haver uma demanda potencial por um sistema de gestão do conhecimento.

No Quadro 10 foram sumarizados os principais fatores que serviram de incentivadores ou dificultadores no processo de inovação dos casos estudados. Estes fatores foram identificados à luz dos modelos de Leonard-Barton (1998) e Nonaka e Takeuchi (1997).

Incentivadores	Dificultadores
Integração e interdependência entre as especialidades de manutenção, automação e processo	Falta de incentivos formais e sistemáticos à experimentação no departamento de manutenção
Abertura gerencial para experimentações	Políticas restritivas para a busca de referências externas
Alto nível de autonomia atribuído aos empregados e primeiros níveis hierárquicos da empresa	Falta de registros adequados dos processos de inovações
Tolerância ao erro honesto	Falta de movimentos intencionais da organização para a geração de flutuação e caos criativo

Incentivadores	Dificultadores
Baixo turn over do quadro de empregados	Abreviação das etapas de geração de opções
Programa de idéias bem estruturado e amplamente utilizado e reconhecido pelos empregados e contratados.	Baixa variedade de requisitos entre os profissionais
	Redes de relacionamentos altamente dependentes das pessoas
	Falta de um sistema de gestão de conhecimento

Quadro 10: Resumo dos aspectos incentivadores e dificultadores do processo de inovação encontrados

Fonte: Elaborado pelo autor

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho pesquisou no departamento de manutenção de uma empresa mineradora o processo de criação de conhecimento e implantação de melhorias em equipamentos de produção ou no processo de manutenção. Para esta pesquisa foi desenvolvido um modelo de avaliação concebido à partir da síntese dos modelos de Leonard e Swap (2003), Nonaka e Takeuchi (1997), Bessant e Tidd (2009) e Leonard-Barton (1998).

O modelo desenvolvido e utilizado neste trabalho avalia o contexto em que a melhoria está inserida, o processo de identificação de oportunidades de melhoria, a geração de opções e a tomada de decisão. Procurou-se identificar em cada etapa a existência e a influência das atividades geradoras de conhecimento identificadas por Leonard-Barton (1998).

O processo de pesquisa utilizou-se do estudo de casos múltiplos tendo como estratégia de coleta de dados entrevistas, análises documentais e notas de campo mostradas no capítulo 3.3, página 59, deste trabalho. A triangulação de dados foi utilizada com o objetivo de aumentar a completude da pesquisa. As pesquisas foram realizadas na Mineradora em sua unidade de mineração e beneficiamento de minério. Três grupos de pessoas foram entrevistadas: (a) profissionais envolvidos na implantação da melhoria; (b) gestores da manutenção e do programa de idéias corporativo e (c) um ex-CEO de uma siderúrgica nacional que havia trabalhado por vários anos no departamento de manutenção desta siderúrgica.

O departamento de manutenção na empresa estudada representa uma importante fonte de geração de conhecimentos. Já no que diz respeito à manutenção na empresa siderúrgica nacional tomada como referência histórica no capítulo 4.1, página 68, deste trabalho não se pôde identificar esta contribuição na mesma proporção. Entretanto, esta comparação não se faz justa em razão da grande defasagem temporal entre as duas realidades investigadas e a diferença de profundidade de investigação nas duas empresas. Por esta razão, se faz

oportuna uma investigação comparativa entre diversas empresas de mesmo setor e de setores diferentes da indústria para se avaliar a contribuição da manutenção para a criação de conhecimento e a geração de inovações.

Com relação ao modelo desenvolvido e mostrado na Figura 7 da página 52, verificou-se sua adequação para o estudo dos casos escolhidos e para representar o processo de inovação na organização. Em todos os casos foram identificadas as três etapas do processo de inovação: identificação de oportunidades, geração de opções e convergência. Em se tratando das atividades geradoras do conhecimento, nos três casos existiram pelo menos duas das quatro atividades que influenciaram em graus diferenciados os resultados obtidos: a solução compartilhada de problemas do ponto de vista da manutenção foi a predominante na etapa de identificação de oportunidades, sendo em todos os casos a atividade que iniciou o processo de inovação. A atividade de integração de novas tecnologias e novas metodologias não foi identificada nos casos estudados apesar de se verificar indícios de sua existência em outros projetos da empresa.

O presente trabalho contribuiu para o entendimento do processo de inovação pelo departamento da manutenção, destacando aspectos organizacionais e gerenciais que podem influenciar a qualidade e a quantidade de inovações geradas por este departamento. A avaliação da organização em relação a estes aspectos, sob a luz da inovação, indica linhas de ação que podem ser tomadas por esta empresa ou por outras de contexto semelhante para o aumento qualitativo do processo de criação de conhecimento e inovações.

Para o setor de manutenção, este trabalho destaca a importância da contribuição da manutenção para o aumento de desempenho das operações através do desenvolvimento de melhorias incrementais e da geração de novos conhecimentos. Especialmente em setores de produção intensiva (PAVITT, 1984) o papel desempenhado pela manutenção no aumento da eficiência e confiabilidade dos ativos é fundamental para o sucesso competitivo. Os resultados mostrados neste trabalho indicam fatores que podem catalisar o desempenho deste setor para o objetivo da eficiência operacional.

REFERÊNCIAS

ADAMI, Maria Fenech; KIGER, Alice. The use of triangulation for completeness purposes. **Nurse Researcher**, v. 12, n. 5, p. 19-29, Ago. 2005.

ANGELONI, M. T. (Org.). **Organizações do conhecimento: infra-estrutura, pessoas e tecnologias**. São Paulo: Saraiva, 2002.

BARNEY, J. B. Looking inside for competitive advantage. **The Academy of Management Executive**, v. 9, n. 4, p. 49-61, Nov. 1995.

BAUER, Martin W.; GASKELL, George. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2002. p. 64-83.

BAUER, Martin W.; GASKELL, George. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2002. p. 189-217.

BESSANT, J.; TIDD, J. **Inovação e empreendedorismo**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

BONOMA, T. V. Case research in marketing: opportunities, problems, and a process. **Journal of Marketing Research**, vol. XXII, p. 199-208, May 1985.

CHOO, C. W. **A organização do conhecimento: como as organizações usam a informação para criar significado, construir conhecimento e tomar decisões**. 2. ed. São Paulo: Senac São Paulo, 2006.

DAVENPORT, T. H.; PRUSAK, L. **Conhecimento empresarial: como as organizações gerenciam seu capital intelectual**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

DOMBROWSKI, C. et al. Elements of innovative cultures. **Knowlegde and Process Management**, v. 14. p. 190-202, 2007.

EISENHARDT, K. M. Building theories from case study research. **Academy of Management Review**, Stanford University, v. 14, n. 4, p.532-550, Oct. 1989.

FIGUEIREDO, P. N. **Aprendizagem tecnológica e performance competitiva**. Rio de Janeiro: FGV, 2003.

FLEURY, M. T. L.; OLIVEIRA JR., M. M. (Orgs.). **Gestão estratégica do conhecimento: integrando aprendizagem, conhecimento e competências**. São Paulo: Atlas, 2001.

FLEURY, A.; FLEURY, M. T. L. **Estratégias empresariais e formação de competências: um quebra-cabeça caleidoscópico da indústria brasileira**. São Paulo: Atlas, 2001.

FLEURY, A. C. C.; FLEURY, M. T. L. **Aprendizagem organizacional: as experiências de Japão, Coréia e Brasil**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

FUENTES, F. F. E. **Metodologia para inovação da gestão de manutenção industrial**. 2006. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina. Escola de Engenharia Mecânica, Florianópolis.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, v. 35, n. 2, p.57-63, Jan/Fev 1995.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, v. 35, n.3, p.20-29, Mar/Abr 1995.

GODOY, A. S. A pesquisa qualitativa e sua utilização em administração de empresas. **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, v. 35, n. 4, p. 65-71, Mai/Jun 1995.

HARGADON, A; SUTTON, R. I. Como construir uma fábrica de inovação. In: RODRIGUEZ, M. V. R. y. **O valor da inovação**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. p.63 – 83.

KARDEC, A.; NASCIF J. **Manutenção: função estratégica**. Rio de Janeiro: QualityMark Editora, 2001.

KUENZER, A. Z.; ABREU, C. B. M.; GOMES, C. M. A. A articulação entre conhecimento tácito e inovação tecnológica: a função mediadora da educação. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 36, p. 462-470, set./dez. 2007.

LEONARD-BARTON, D. The factory as a learning laboratory. **MIT Sloan Management Review**, v. 34, n. 1, p. 23-38, Fall 1992.

LEONARD-BARTON, D. **Nascentes do saber**: criando e sustentando as fontes de inovação. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1998.

LEONARD, D.; SWAP, W. **Centelhas incandescentes**: estimulando a criatividade em grupos. Porto Alegre: Bookman, 2003.

LINDER, J. C., JARVENPAA, S. L., DAVENPORT, T. H. Toward an innovation sourcing strategy. **MIT Sloan Management Review**. Cambridge, MA, v. 44, n. 4; p. 43-50, 2003b

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **Criação de conhecimento na empresa**: como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação. Rio de Janeiro: Elsevier, 1997.

NONAKA, I. A dynamic theory of organizational knowledge creation. **Organization Science**, v. 5, n. 1, p. 14-37, Feb. 1994.

PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. **Research Policy**, v. 13, n. 6, p. 343- 373, Dec. 1984.

RAGIN, C. C.; BECKER, H. S. **What's a case?** exploring the foundations of social inquiry. UK: Cambridge University Press, 1992.

ROSAL, A. C. L.; FIGUEIREDO, P. N. Aprendizagem corporativa e acumulação tecnológica: a trajetória de uma empresa de transmissão de energia elétrica no norte do Brasil. **Gestão & Produção**, v. 13, n. 1, p. 31-43, Jan/Abr 2006.

SANTOS, A. S. G. **Gestão de competência técnica na manutenção industrial da Refinaria Landulfo Alves (RLAM)**. 2005. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal da Bahia, Salvador.

SIQUEIRA, I. P. **Manutenção centrada na confiabilidade**: manual de implementação. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

SOO, C. W.; DEVINNEY, T. M.; MIDGLEY, D. F. The process of knowledge creation in organizations. Unpublished working paper, **Australian Graduate School of Management**, 2002.

STEFANOVITZ, J. P. **Criação de conhecimento e inovação na indústria de alta tecnologia**: estudo e análise de casos em uma empresa do setor de automação industrial. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

QUINELLO, R.; NICOLETTI, J. R. Inteligência competitiva nos departamentos de manutenção industrial no Brasil. São Paulo, **Revista de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação**, v. 2, n. 1, p. 21-37, Jan 2005.

TACLA, C. L.; FIGUEIREDO, P. N. Processos de aprendizagem e acumulação de competências tecnológicas: evidências de uma empresa de bens de capital no Brasil. **Revista de Administração Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 3, p. 101-126, jul/set. 2003.

TAKEUCHI, H.; NONAKA, I. **Gestão do conhecimento**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

TERRA, J. C. C. **Gestão do conhecimento**: o grande desafio empresarial. Disponível em: <http://www.mmrbrasil.com.br/artigos/46.pdf> Acesso em 12 jan. 2010.

TIDD, J.; BESSANT, J; PAVITT, K. **Managing innovation**: integrating technological, market and organizational change. New York: John Wiley & Sons Ltd, 2001.

TIGRE, P. B. **Gestão da inovação: a economia da tecnologia no Brasil**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

VON HIPPEL, E.; TYRE, M. How learning by doing is done: problem identification in novel process equipment. **Research Policy**, v. 24, n. 1, p. 1-12, Jan. 1995 .

VON HIPPEL, E.; THOMKE, S.; SONNACK, M. **Criando inovações tecnológicas na 3M** in: inovação na prática: identificando novos mercados. Rio de Janeiro, Harvard Business Review, 2002.

YIN, R. K. The case study crisis: some answers. **Administrative Science Quarterly**, v. 26, p. 58-65, Mar. 1981.

XENOS, H. **Gerenciando a manutenção produtiva**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998.

WIREMAN, T. **Benchmarking best practices in maintenance management**. New York: Industrial Press Inc., 2003.

WIREMAN, T. **Developing performance indicators for managing maintenance**. 2. ed. New York: Industrial Press Inc., 2005.

APÊNDICE A - Questionário para entrevista das equipes de projeto

Descreva o projeto e conte um pouco da história do desenvolvimento. Quais os ganhos obtidos com a melhoria?

Descreva um pouco seu conhecimento e envolvimento com o problema. Os conhecimentos necessários para a solução do problema faziam parte de sua expertise? Como você buscou os conhecimentos necessários que você não possuía ainda?

Quais orientações institucionais serviram de motivação ou orientação geral para o projeto?

Quais orientações específicas da gerência de manutenção ou equipe serviram de motivação ou orientação geral para o projeto?

Existiram outras motivações para a busca de inovações ou novos conhecimentos? Qual o papel do Programa de Idéias na questão de busca de inovações/melhorias?

A necessidade de solucionar um problema foi o motivador para o desenvolvimento da inovação? A solução de um problema criou alternativas para inovações?

A oportunidade foi identificada por conhecimentos ou informações trazidas de fora da empresa? Como é feito o contato com especialistas externos? Como estes especialistas são identificados? Qual o nível de relacionamento com instituições de pesquisas?

A integração ou implantação de um novo equipamento/processo propiciou a identificação de oportunidade de um novo desenvolvimento? Quando um novo equipamento é incorporado como é o processo de treinamento e aprendizado?

A experimentação de novas soluções para o futuro foram as geradoras de oportunidades? Experimentações anteriores contribuíram para geração de conhecimento para este projeto?

Como foi o processo criativo para o desenvolvimento das alternativas? Este foi um trabalho em conjunto ou individual? Os conhecimentos existentes eram suficientes? Novos conhecimentos foram necessários? Como estes novos conhecimentos foram desenvolvidos?

As redes de relacionamento formais e informais foram acionadas para geração de alternativas? Elas foram acionadas para busca de novos conhecimentos? Como foi o processo de integração das informações obtidas com o conhecimento do grupo?

Como foi o processo decisório? Quais critérios foram avaliados para a tomada de decisão? Quem tomou a decisão de implantar o projeto? Somente aspectos técnicos e econômicos foram considerados? Aspectos políticos também foram analisados?

Na sua avaliação como é o clima da organização no que se refere à inovações? Há tolerância ao erro honesto? Há recursos disponíveis suficientes para as “boas idéias”? Há diferenciação/recompensa para o empregado criativo? Como é o processo de implementação das idéias? Há incentivos e apoios suficientes?

Como é o processo de registro da inovação? Há um padrão para registro das melhorias implementadas? Há uma forma de busca dos conhecimentos gerados?

Como é o processo de proteção da propriedade autoral? Como se dá a troca de informações entre os projetos/melhorias implementados no Programa de Idéias?

Como é o processo de incorporação de novos conhecimentos na empresa? Existem processos de registros técnicos das melhorias? Os equipamentos são melhorados ou somente os procedimentos de manutenção/operação? Como o conhecimento é transmitido para um novo empregado?

Existem na empresa profissionais com conhecimentos profundos em sua especialidade mas que contam também com conhecimentos das áreas de interface?

Como é o programa de treinamentos da empresa? Como se dá a dinâmica de treinamentos (somente em sala de aula, somente no campo, ou dois)? Quando uma pessoa muda de cargo/função como é a preparação desta pessoa para o novo cargo/função?

Quais os valores da organização? O que você percebe que a organização valoriza em um empregado no dia-a-dia? Dentro da manutenção quais são os valores mais prestigiados?

APÊNDICE B - Questionário para entrevista dos gestores

Como é o trabalho junto aos empregados para incentivo à geração e implantação de inovações? Quais orientações gerais são dadas pela organização? Além destes incentivos, existem outras motivações para a busca de inovações ou de novos conhecimentos pelo empregado?

Qual o papel do Programa de Idéias na questão de busca de inovações/melhorias? Fale, por favor, sobre o programa e seus objetivos. Quais os mecanismos utilizados no programa para captura de idéias (além da premiação e reconhecimento na feira)? Quais serão os próximos passos no que se refere ao programa.

O modelo teórico utilizado nesta pesquisa aponta quatro atividades geradoras de conhecimento: solução de problemas, integração de novos equipamentos/tecnologias, experimentação e busca de referências externas. Fale, por favor, como estas atividades são desenvolvidas na empresa e como elas geram conhecimento.

Como é o relacionamento com especialistas externos? Existem redes formais que são acionadas quando necessário? Se não, como os especialistas são identificados? Qual o nível de relacionamento com instituições de pesquisas? Como é o processo de compartilhamento de novos conhecimentos com o restante da equipe/empresa?

Quando um novo equipamento é incorporado como é o processo de treinamento e aprendizado? Existe um processo formalizado? Como o conhecimento adquirido com a integração de outros equipamentos é acessado e utilizado em novos projetos?

Como é o processo de experimentação na empresa? Os empregados têm liberdade para experimentar? Como é a questão do tempo disponível para experimentação? Como o aprendizado obtido em experimentos são registrados?

Para a solução de problemas como se dá a formação de equipes? Há mobilidade de pessoas entre as diferentes equipes com o objetivo de compartilhar conhecimento e experiências na solução de determinados problemas? Como são adquiridos conhecimentos para a solução de problemas?

Como é o processo decisório para implantação de inovações? Quais critérios são utilizados? Quem são as pessoas/cargos que, predominantemente, decidem pela implantação da inovação?

Na sua avaliação como é o clima da organização no que se refere à inovações? Há tolerância ao erro honesto? Há recursos suficientes para as “boas idéias”? Há diferenciação/recompensa para o empregado criativo? Como é o processo de implantação das idéias? Há incentivos e apoio suficientes?

Como é o processo de registro da inovação? Há um padrão para registro das melhorias implantadas? Há uma forma de busca dos conhecimentos gerados? Como se dá a troca de informações entre os projetos/melhorias implantados no Programa de Idéias?

Como é o processo de proteção da propriedade intelectual?

Como é o processo de incorporação de novos conhecimentos na empresa? Existem processos de registros técnicos das melhorias? Como o conhecimento é transmitido para um novo empregado?

Existem na empresa profissionais com conhecimentos profundos em sua especialidade mas que contam também com conhecimentos das áreas de

interface? Como estes profissionais são selecionados, formados ou identificados? Como se localiza um especialista em determinada área de conhecimento na empresa? Existe um mapeamento dos conhecimentos disponíveis na empresa? Existe diferenciação de alguma forma para estes profissionais com conhecimento em T?

Como é o programa de treinamentos da empresa? Como se dá a dinâmica de treinamentos (sala de aula, em campo, etc.)? Quando uma pessoa muda de cargo/função como é a preparação desta pessoa para o novo cargo/função? Existe um mapeamento dos conhecimentos necessários para cada cargo/função? Como o conhecimento dos empregados mais experientes são transmitidos para os mais jovens?

Quais são os valores da organização no que se refere à inovação? O que você percebe que a organização valoriza em um empregado no dia-a-dia?

APÊNDICE C - Questionário para entrevista do ex-CEO de uma Siderúrgica

A organização: qual era o momento da empresa? como era a cultura da organização? Como eram buscados os resultados? Qual o nível de dificuldade em se executar projetos? Qual era o foco da organização no que diz respeito a resultados (somente no curto prazo ou também no planejamento de resultados para o longo prazo)? Como era tratado a questão dos recursos humanos (eram considerados recursos estratégicos)? Como era tratado o conhecimento na organização? Como era o turn-over da empresa e da manutenção?

Definição de manutenção: qual o papel da manutenção, especialmente na indústria de capital intensivo? Houve alguma alteração no status da manutenção ao longo do tempo?

A manutenção na organização: Como era o organograma da manutenção? A que nível hierárquico respondia seu principal gerente? Como era o nível de autonomia dos empregados para tomadas de decisão no que se refere à projetos de inovação?

Características do pessoal de manutenção: qual a formação comum deste profissional (possuíam treinamento formal ou eram treinados no trabalho)? O profissional de manutenção tem alguma peculiaridade que o diferencia dos demais profissionais? O profissional de manutenção tem conhecimento dos processos de interface?

Inovação na organização: a empresa era reconhecida ou possuía um viés de inovação notável? Existia uma intenção estratégica de se estimular o desenvolvimento de inovações incrementais pelo pessoal operacional? Existia um programa formal de registro ou estímulo de idéias do pessoal operacional? Como era o processo de implantação de melhorias em equipamentos de produção (era

comum ver projetos deste tipo, a decisão de implantação era do supervisor)? Existia uma demanda constante de melhorias incrementais?

A manutenção e a inovação: o que diferenciava a manutenção das demais áreas no que diz respeito à inovação (se diferenciava)? Como era a contribuição da manutenção para a melhoria de processos produtivos? Como eram geradas as demandas de trabalhos de inovação desenvolvidos pela manutenção (geradas por outras áreas ou pela própria manutenção)? Quais fatores influenciavam para a iniciativa do pessoal de manutenção para projetos de inovação? Existia um reconhecimento para o empregado criativo ou que se destacava na implantação de projetos de inovação?

Redes de informações: como era o contato dos profissionais com o mercado? As redes eram formadas com fornecedores, instituições de ensino e pesquisa? As redes de contato que traziam conhecimento necessário para inovações eram “ativos” do empregado ou da empresa? Existia um processo de busca de referências externas? Havia comparações com outras empresas do mesmo setor ou de setores diferentes?

Experimentação: existia a prática de experimentação de conceitos, novos produtos ou novas aplicações no dia-a-dia das operações? Neste caso, como eram decididos os experimentos? Como era o processo de experimentação (estruturado ou informal)? Como eram tratadas as falhas neste processo? Havia tolerância à falhas?

Solução compartilhada de problemas: qual o nível hierárquico normalmente responsável pela solução de problemas? Os empregados operacionais eram estimulados a buscar as soluções ou dependiam de seu superior para a tomada de decisões? Como era a troca de informações dentro da manutenção ou entre diferentes áreas? As equipes para solução de problemas eram comumente multi-disciplinares? Existia a cultura de solução de problemas em equipe ou era comum

a figura do empregado que solucionava os problemas sozinho? O foco da solução do problema era restaurar à condição original ou frequentemente se buscava a melhoria do equipamento ou do processo?

Integração de novas tecnologias ou equipamentos: como era o envolvimento da manutenção no desenvolvimento de novos projetos (em que momento a manutenção era envolvida e com que autonomia)? Havia frequentemente adaptações do novo equipamento no momento da sua instalação ou operação? Quais eram as dificuldades para a adaptação dos novos equipamentos (tecnologia proprietária, falta de conhecimento, etc.)? Como eram preparados os empregados de manutenção para os novos equipamentos ou tecnologias? Como era o ritmo de mudanças? Havia celebrações dos bons resultados?

Gestão do conhecimento: haviam procedimentos para a realização das atividades de manutenção? Estes procedimentos eram revisados considerando-se o conhecimento adquirido com a prática? Como era o processo de qualificação dos empregados de manutenção? Como o conhecimento era transmitido do funcionário mais experiente para o mais novo? Esta era uma questão considerada estratégica?