



APROPRIAÇÃO SISTÊMICA DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS PARA A  
PREVENÇÃO: O CASO DO CONTROLE DE POEIRA EM MINERADORAS DE  
GRANITO

Renata Wey Berti Mendes

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção.

Orientadores: Francisco José de Castro Moura  
Duarte  
Pascal Daniel Béguin

Rio de Janeiro  
Maio de 2014

APROPRIAÇÃO SISTÊMICA DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS PARA A  
PREVENÇÃO: O CASO DO CONTROLE DE POEIRA EM MINERADORAS DE  
GRANITO

Renata Wey Berti Mendes

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ  
COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS  
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM  
CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Examinada por:

---

Prof. Francisco José de Castro Moura Duarte, D.Sc.

---

Prof. Pascal Daniel Béguin, Ph.D.

---

Prof. Roberto dos Santos Bartholo Junior, D.Sc.

---

Prof. Francisco de Paula Antunes Lima, D.Sc.

---

Profª. Valérie Sylvie Christine Pueyo, Ph.D.

---

Prof. Alain Garrigou, Ph.D.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

MAIO DE 2014

Mendes, Renata Wey Berti

Apropriação sistêmica de inovações tecnológicas para a prevenção: o caso do controle de poeira em mineradoras de granito/ Renata Wey Berti Mendes – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2014.

XIII, 192 p.: il.; 29,7 cm.

Orientadores: Francisco José de Castro Moura Duarte

Pascal Daniel Béguin

Tese (doutorado) – UFRJ / COPPE / Programa de Engenharia de Produção, 2014.

Referências Bibliográficas: p. 150 - 169

1. Segurança. 2. Inovação. 3. Trabalho. 4. Apropriação. I. Duarte, Francisco José de Castro Moura *et al* II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Produção. III. Título.

## DEDICATÓRIA

**À todos os trabalhadores da mineração de granito. Homens de pedra, água, barro e ar.**

### **Gota d'água**

(Chico Buarque)

Já lhe dei meu corpo  
Minha alegria  
Já estanquei meu sangue  
Quando fervia  
Olha a voz que me resta  
Olha a veia que salta  
Olha a gota que falta  
Pro desfecho da festa  
Por favor...

Deixe em paz meu coração  
Que ele é um pote até aqui de mágoa  
E qualquer desatenção, faça não  
Pode ser a gota d'água...

## DEDICATÓRIA

À memória de meu pai que foi um grande  
inovador na medicina. Que sempre me  
incentivou a estudar e que nunca se  
esqueceu de mim

**“Você foi meu herói, meu bandido  
Hoje é mais muito mais que um amigo  
Nem você, nem ninguém tá sozinho  
Você faz parte desse caminho  
Que hoje eu sigo em paz”**

(Fábio Júnior)

## DEDICATÓRIA

À minha mãe que sempre esteve ao meu lado durante toda essa trajetória. Brigou, chorou e sorriu comigo para que eu conseguisse realizar esse sonho.

Minha grande amiga!

**“Você, de quem a vida eu sou e sei mas eu serei... Você, um riso lindo à luz. Você, a paz de céus azuis. Você, sereno bem de amor em mim”**

(Roberto Menescal)

## AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

À Profa. Dra. Valérie Pueyo

Pela amizade, carinho e atenção a mim dispensados durante a estadia em Lyon.

Por toda dedicação, nas discussões desde a definição do tema até a conclusão desta tese.

Você é para mim um exemplo de professora que pretendo seguir!

Ao Prof. Dr. Francisco de Paula Antunes Lima

Pela orientação desde a fase de projeto, nas pesquisas de campo e nas teorizações.

Pela leitura atenta e correções que fizeram toda a diferença para esta tese.

## AGRADECIMENTOS

Aos meus familiares e amigos pelo apoio incondicional, pelo carinho, pela compreensão, pela paciência, pela ajuda, pela presença... por tudo!

Aos orientadores Francisco José de Castro Moura Duarte e Pascal Béguin por acreditarem em mim mais do que eu mesmo e por me convencerem sobre a importância deste estudo.

Aos amigos brasileiros que me fizeram companhia na França mesmo que por alguns dias, vocês foram fundamentais para aquietar meu coração e matar a saudade do meu país.

Aos novos amigos franceses do curso de Ergonomia IETL e do seminário de doutorandos pelos ensinamentos, pelo carinho e amizade.

Aos colegas do PEP pelas trocas, torcidas e incentivos durante esses quatro anos. Que nossa amizade continue por muitos anos mais.

A todos os trabalhadores, profissionais de prevenção, gestores e proprietários das empresas que aceitaram participar desta pesquisa.

À profa. Dra. Mara Alice Conti Takahashi pela leitura atenta e correções de redação e gramaticais e pela nossa grande amizade.

Ao Ricardo Kusano, ao lado de quem aprendi que a alegria diante do ser amado é uma das vias de revelação de nós mesmos.

Aos sindicatos SINDIROCHAS e SINDIMÁRMORE pelo grande apoio, amizade e incentivo dedicados durante a pesquisa de campo e que tornaram possível a realização desta tese.

Ao CNPq e à CAPES, pelo financiamento através das bolsas de estudo no Brasil e na França que possibilitaram a realização deste doutorado.

Enfim, a todos que, direta ou indiretamente, de perto ou de longe, estiveram envolvidos com a realização deste trabalho e, assim, com a conclusão desta etapa de vida!

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (D.Sc.)

APROPRIAÇÃO SISTÊMICA DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS PARA A  
PREVENÇÃO: O CASO DO CONTROLE DE POEIRA EM MINERADORAS DE  
GRANITO

Renata Wey Berti Mendes

Maio/ 2014

Orientadores: Francisco José de Castro Moura Duarte

Pascal Daniel Béguin

Programa: Engenharia de Produção

Baseado numa pesquisa feita no setor de mineração brasileiro, a tese argumenta sobre a necessidade de uma melhor integração no sistema de trabalho cuja proposta visa contribuir com a prevenção de saúde, segurança e bem-estar para os empregados.

Em face de inúmeras situações com efeitos deletérios à saúde, um caminho de ação tentador é reduzir esses efeitos através de prescrições normativas. Entretanto, tal abordagem pode ser ineficiente devido às dificuldades de se considerar as atividades de trabalho e as questões de produção. A prevenção pode, então, falhar, devido à sua desconexão com a estratégia industrial.

A tese avalia a introdução de uma solução técnica (umidificação), cuja proposta era prevenir a emergência e multiplicação de pneumoconioses no setor de mineração no Brasil. A maioria das empresas neste campo, desistiram da umidificação. No entanto, a pesquisa mostrou que algumas empresas adotaram com sucesso as técnicas de umidificação.

Nestas empresas, o processo chamado de apropriação sistêmica apareceu como sendo o núcleo do sucesso. A ideia central é que a introdução de uma novidade gera um processo durante o qual um indivíduo produz recursos para a efetuação de sua própria atividade (apropriação individual), mas existe a necessidade de um processo de propagação dentro de uma rede de atores interdependentes: outros atores da rede de trabalho devem considerar essas modificações no nível de suas próprias atividades. Baseado nessas análises, a tese fará propostas para acompanhar e dar suporte a tais processos de propagação dentro da configuração de trabalho.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D.Sc.)

SYSTEMIC APPROPRIATION OF TECHNOLOGICAL INNOVATIONS FOR  
PREVENTION: THE CASE OF DUSTY CONTROL IN MINING OF GRANITE

Renata Wey Berti Mendes

May/ 2014

Advisors: Francisco José de Castro Moura Duarte

Pascal Daniel Béguin

Department: Production Engineering

Based on a research carried out in the Brazilian mining sector, the text argues for the necessity of a better integration in work systems of the proposals made in order to contribute to prevent health, safety and welfare for employees.

Facing with deleterious effects on health in numerous situations, one tempting way of action is to reduce these effects through normative prescriptions. However, such an approach can be ineffective due to its difficulties to take into account the work activities and the issues of production. Prevention then can fail, due to its disconnection with the industrial strategies.

The article examines the introduction of a technical solution ("humidification"), whose the purpose was to prevent the emergence and multiplication of pneumoconioses in the mining sector in Brazil. Most of the companies in the field gave up on humidification. However, the research showed that certain companies adopt successfully the humidification techniques.

In these companies, a process named "systemic appropriation" appears as being at the core of the success. The central idea is that the introduction of a novelty generates a process during which an individual produces the resources for the effectuation of its own activity ("individual appropriation"), but there is the need of a propagation process within a network of interdependent actors: the other actors of the network must take this change into account at the level of their own activities. Based on this analysis, the text will make proposals to accompany and support such an efficient propagation process within work settings.

Résumé de Thèse présenté à la COPPE/UFRJ comme partie des obligations nécessaires pour l'obtention du titre de Docteur en Sciences (D.Sc.)

APPROPRIATION SYSTEMIQUE DES INNOVATIONS TECHNOLOGIQUES  
POUR LA PREVENTION : LE CAS DU CONTROLE DE LA POUSSIERE DANS  
LES EXPLOITATIONS MINIERES DE GRANIT

Renata Wey Berti Mendes

Mai/ 2014

Directeurs de thèse: Francisco José de Castro Moura Duarte

Pascal Daniel Béguin

Programme : Génie de Production

Basé sur une recherche menée dans le secteur minier brésilien, ce texte défend la nécessité d'une meilleure intégration des propositions faites dans les systèmes de travail afin de contribuer à la prévention de la santé, de la sécurité et du bien-être des employés.

Pour faire face à des effets désastreux sur la santé dans de nombreuses situations, un moyen d'action est de réduire ces effets par des prescriptions normatives. Cependant, une telle approche s'avère inefficace en raison de ses difficultés à prendre en compte les activités du travail et les problèmes de production. La prévention peut alors échouer, en raison de son désaccord avec les stratégies industrielles.

La recherche examine la mise en œuvre d'une norme, puis de solutions techniques autour du principe d'humidification, dont le but a été d'empêcher l'émergence et la multiplication des pneumoconioses dans le secteur de l'exploitation minière au Brésil. La plupart des entreprises ont abandonné l'humidification. Cependant, la recherche a montré que certaines entreprises adoptent avec succès les techniques d'humidification.

Dans ces entreprises, un processus d'« appropriation systémique » apparaît comme étant au cœur de la réussite. L'idée centrale est que l'introduction d'une nouveauté génère un processus au cours duquel un individu produit des ressources pour l'effectuation de sa propre activité (« appropriation individuelle »), mais il peut y avoir également un processus de propagation au sein d'un réseau d'acteurs interdépendants : les autres acteurs du réseau doivent prendre en compte ce changement au niveau de leurs propres activités. Sur base de cette analyse, le texte fera des propositions pour accompagner et soutenir un tel processus de propagation dans les milieux de travail. Car ce dernier est efficient pour tenir ensemble objectifs de santé, de sécurité, et logiques industrielles.

## Sumário

<b>1. Introdução e contexto da pesquisa</b> .....	<b>1</b>
1.1 Estrutura da tese.....	2
1.2 O contexto da mineração e seus agravos à saúde .....	4
1.3 A realidade do setor no estado do Espírito Santo .....	7
1.4 A obrigatoriedade da umidificação pela NR22 .....	13
1.5 Dificuldades de implementar a inovação.....	17
<b>2. Problema e hipóteses</b> .....	<b>19</b>
2.1 Problema.....	19
2.2 Hipóteses .....	19
2.2.1 Primeira hipótese: .....	19
2.2.2 Segunda hipótese: .....	19
2.2.3 Terceira hipótese.....	20
<b>3. Das normas à segurança passando pela apropriação</b> .....	<b>21</b>
3.1 Normas, regras e violações. ....	21
3.1.1 Normatização e Normalização.....	21
3.1.2 Importância das prescrições e normalizações.....	23
3.1.3 Violação.....	24
3.1.4 O trabalhador como o ator humano na segurança .....	25
3.2 Apropriação .....	27
3.2.1 Apropriação <i>versus</i> aceitabilidade.....	27
3.2.2 Apropriação: uma inovação para os modelos de prevenção de riscos .....	28
3.2.3 Alguns elementos importantes sobre o conceito de apropriação.....	30
3.2.3.1 Apropriação como processo cognitivo (gênese instrumental).....	31
3.2.3.2 Incorporação .....	34
3.2.3.3 Enculturação .....	35
3.3 Impactos sobre a saúde e a segurança .....	37
3.3.1 Saúde .....	37
3.3.1.1 Saúde e trabalho.....	38
3.3.1.2 Modelos de Prevenção .....	39
3.3.2 Segurança .....	40
3.3.2.1 Inter-relações entre inovação e segurança .....	44
3.3.3 Concepção para a prevenção .....	45
3.3.3.1 A atividade como foco.....	45
3.3.3.2 Concepção: aprendizado mútuo e encontro entre os mundos.....	48
<b>4. Método</b> .....	<b>53</b>
4.1 Procedimentos metodológicos .....	55
<b>5. Resultados e Discussão</b> .....	<b>60</b>

5.1 As empresas estudadas e seus processos de produção .....	60
5.1.1 Fluxo de Produção das unidades .....	63
5.1.2 Processo de Produção nas unidades.....	65
5.2 A introdução da umidificação e as desordens no sistema .....	73
5.2.1 Desordens no sistema (primeira hipótese).....	73
5.2.1.1 Alguns acidentes de trabalho envolvendo a umidificação.....	74
5.2.1.2 O que os acidentes ensinaram?.....	81
5.2.1.3 Dificuldades encontradas.....	82
5.2.1.4 A questão dos transtornos (primeira hipótese) .....	93
5.2.2 Apropriação (segunda hipótese) .....	96
5.2.2.1 Apropriação pelos trabalhadores .....	97
5.2.2.2 Apropriação cognitiva, corporal e cultural .....	101
5.2.2.3 Apropriação pelo sistema .....	110
5.2.2.4 Conceituando Apropriação Sistêmica .....	125
5.2.3 Como o processo de apropriação pode ser facilitado (terceira hipótese) ....	130
5.2.3.1 Quem são os agentes de prevenção?.....	131
5.2.3.2 Favorecer a apropriação: uma prática a ser desenvolvida .....	135
<b>6. Conclusão .....</b>	<b>145</b>
6.1 Limites e perspectivas da tese .....	147
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>150</b>
<b>Apêndices.....</b>	<b>170</b>
APÊNDICE 1 .....	170
APÊNDICE 2 .....	178
APÊNDICE 3 .....	186
APÊNDICE 4 .....	188
APÊNDICE 5 .....	190

## 1. Introdução e contexto da pesquisa

Diante do grande número de adoecimentos no setor de mineração de granito, devido à inalação de poeira contendo sílica, uma norma regulamentadora se impôs, a NR22, obrigando a umidificação no processo de extração e de beneficiamento dessa rocha.

As tentativas de cumprimento dessa norma se mostraram frustradas, inicialmente, provocando várias desordens como acidentes e dificuldades durante a atividade.

No entanto, a fala de um proprietário de empresa de beneficiamento de granito indica que o que era um grande problema se tornou uma solução importante.

*"Não tem nada que não seja bom nesse negócio. Quem foi a feliz pessoa que caiu na cabeça que tinha que mudar, ele foi um iluminado"*

Esta frase, sobre a umidificação como medida de controle contra a silicose nos trabalhadores do setor, está carregada de sentidos e significados que motivaram esta pesquisa, a qual ocorreu no setor de mineração de granito no estado do Espírito Santo.

O autor da frase parece creditar e acreditar que a solução encontrada foi obra de uma mente genial. Encontrar essa genialidade foi o que nos motivou.

Examinando a norma, percebemos que a genialidade dela está apenas na indicação do que é proibido e permitido baseada em estudos de risco com cadeias de causa e efeito e em dados epidemiológicos que indicam que a poeira contendo sílica é um perigo. Mas não é seu papel indicar o como fazer.

Se a mente genial não foi a dos elaboradores da norma, então de quem foi?

Partiu-se na busca pela compreensão de como se deu a implantação da umidificação. Foram pesquisadas seis empresas, de tamanho e estruturação diferentes, do setor de mineração de granito. Entrevistou-se agentes de prevenção externos e internos às empresas, proprietários, sindicalistas e trabalhadores.

E o fenômeno que se apresentou à pesquisadora foi o da apropriação. Os trabalhadores não ficaram passivos diante das desordens que a introdução da água provocou, eles fizeram adaptações nos objetos técnicos ou na forma de uso deles, incorporaram-no de

tal maneira que usar água se tornou uma marca no contexto social do trabalho com granito. Mas não apenas isso, como se fosse pouco, de fato é bastante, o fenômeno de apropriação se revelou uma ação de todo o sistema de trabalho em seus aspectos organizacionais e de estratégias de produção. A genialidade, finalmente, não está na mente de um alguém, mas na apropriação que todo o sistema faz, num processo de propagação, diante da introdução de uma novidade técnica.

O fenômeno da apropriação que esta tese se propôs a compreender provocou ainda uma reflexão sobre como a saúde e a segurança são pensadas e como elas podem facilitar o processo de apropriação pelo usuário e pelo sistema.

### **1.1 Estrutura da tese**

A pesquisa está organizada em seis capítulos seguidos por referências utilizadas e apêndices.

No primeiro capítulo, item um, buscou-se relatar a situação de saúde e segurança no setor de mineração de granito no Brasil, os altos índices de acidentes e de adoecimento, notadamente as pneumoconioses e silicoses devidas à inalação de poeiras de sílica; em seguida, item 2, enfatizou-se a realidade do setor no estado do Espírito Santo, onde se desenvolveu esta pesquisa; no item 3, apresenta-se a norma NR22 do Ministério do Trabalho e Emprego, promulgada em 1978, que obriga a umidificação como medida ao controle de poeira; e no item 4, faz-se um apontamento sobre as dificuldades para implantar a umidificação conforme evocado pelas empresas, agentes de prevenção do Estado e literatura.

Tal retrospectiva sobre o contexto da saúde e segurança, da obrigatoriedade de umidificar para controlar a poeira de sílica e as dificuldades para tal implantação conduziu à definição de um problema de pesquisa e três hipóteses que nortearam o desenvolvimento da pesquisa teórica e de campo (capítulo 2).

No capítulo 3, buscou-se explorar as correntes teóricas que serviram de aporte para possibilitar: a) a reflexão sobre o papel das normatizações para as práticas de prevenção no mundo do trabalho, a fim de se compreender a natureza de uma norma regulamentadora e a sua observância; b) diante da afirmação de que o homem contribui para a segurança e mitigação dos riscos e que, em momentos de inovação, ele o faz ao

se apropriar do novo instrumento, buscou-se embasamento no aporte teórico sobre o conceito de apropriação, como ela ocorre em níveis cognitivos, de incorporação e de enculturação; c) finalmente, as correntes teóricas que nos servem de apoio para reflexão sobre saúde e segurança, também indicam caminhos para se conceber para a prevenção.

O capítulo 4 foi dedicado ao detalhamento do método utilizado nesta pesquisa. Nele está identificada a época em que ocorreu o estudo e detalhados o local de estudo, a população, os diversos procedimentos metodológicos requeridos para tal pesquisa e os aspectos éticos respeitados conforme Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde por se tratar de pesquisa que envolve seres humanos, mesmo não havendo nenhuma técnica invasiva, mas é procedimento ético informar em detalhe os motivos e procedimentos da pesquisa e solicitar autorização das empresas e consentimento de todos os sujeitos pesquisados, seja por entrevista individual, em grupo ou observados.

No capítulo 5, apresentamos os resultados obtidos e procedemos à discussão teórica sobre eles. Decidiu-se por esta forma de apresentação, por considerá-la mais didática ao leitor que pode, dessa maneira, refletir o que os resultados demonstram e como a literatura possibilita a análise desse achados, ao mesmo tempo que eles são descritos, sem obrigar o ir e vir, por vezes cansativo, durante a leitura da tese. Assim, no item 1 foram descritas as empresas estudadas, com fluxo e processo de produção. No item 2, foram mostradas e discutidas as desordens que a umidificação provocou no sistema, em termos de dificuldades para a atividade e acidentes; os caminhos de superação das desordens num processo de apropriação do sujeito frente ao objeto técnico; faz-se uma conceituação sobre o que chamamos de apropriação sistêmica nesta tese, entendendo esta como necessidade do sistema em se modificar em termos de metas, tempo de produção, qualidade, gestão de novos riscos, gestão de recursos humanos, etc.; e, finalmente, uma discussão sobre como esse processo poderia ter sido facilitado e um apanhado teórico sobre a ideia de conceber para a apropriação. No item 3, apresenta-se o que foi considerado como limites para a pesquisa, suas as razões e quais perspectivas de novos estudos são possíveis depreende-se a partir desta tese.

No capítulo 6 por fim, apresentam-se as conclusões que foram possíveis alcançar com esta pesquisa, articulando com o problema que a motivou e as três hipóteses levantadas.

No penúltimo capítulo estão as referências utilizadas nesta pesquisa, devidamente apresentadas segundo norma ABNT, utilizada pelo sistema de teses da COPPE/UFRJ e que permite ao leitor rastrear os autores que lhe podem ser uteis.

No último capítulo estão os apêndices desta pesquisa, onde constam procedimentos metodológicos utilizados e que serviram de base à apresentação dos resultados.

## **1.2 O contexto da mineração e seus agravos à saúde**

No Brasil, país de dimensões continentais, temos vários ramos produtivos como: construção civil, indústria de transformação, serviços, indústria metal mecânica, setor alimentício, extração mineral, dentre outros. A extração mineral é um dos ramos produtivos bastante rico por sua geodiversidade e se divide em 12 tipos: carvão mineral; minério de ferro; minério de alumínio; estanho; manganês; metais preciosos; minerais radioativos; minerais metálicos não-ferrosos; extração de pedra, areia e argila; minerais para fabricação de adubos, fertilizantes e produtos químicos, extração de refino de sal marinho e sal gema; e extração de outros minerais não-metálicos.

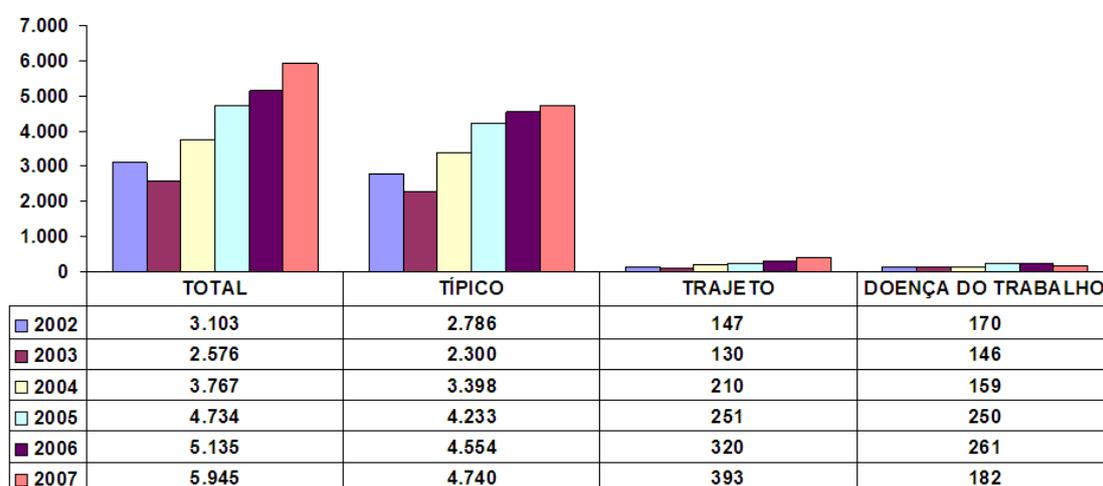
Segundo o Ministério de Minas e Energia, o país ocupa posição de destaque no ranking mundial de extração de minérios: ferro (1º), nióbio (1º), manganês (1º), bauxita (2º), grafita (3º), rochas ornamentais (4º), amianto (4º), magnesita (4º) e caulim (5º). Os estados de Minas Gerais e Pará ocupam posição de liderança na extração e nos investimentos (LOBÃO, 2009).

A mineração é responsável por 5% do PIB e juntamente com a siderurgia, metalurgia dos não ferrosos e produtos não metálicos representou, em 2007, 21% das exportações, 13% das importações e por 43% do saldo comercial brasileiro. Ela representa componente essencial da autonomia deste país e expansão em termos de emprego e empresas. (LOBÃO, 2009).

Apesar de sua importância no quadro econômico, é um setor de atividade reconhecido como extremamente perigoso para a segurança e saúde dos trabalhadores e tem sido apontado como responsável por grande número de acidentes de trabalho. Em todo o mundo, 18% dos acidentes fatais são provenientes da mineração, o que corresponde a aproximadamente 15.000 mortes ao ano (JENNINGS, 1999).

No Brasil, um levantamento realizado junto à Previdência Social pelo sistema de informações DATAPREV, conforme figura 1 abaixo, revela o crescente aumento no número de acidentes e doenças relacionadas ao trabalho de 2002 a 2007 (não há tratamento estatístico desse indicador para se saber a taxa de incidência).

**Figura 1:** Quantidade de acidentes do trabalho por situação de registro e motivo no setor extrativista mineral, de 2002 a 2007



Fonte: Curso: Mobilização e Capacitação do Setor Mineral para a Gestão da Saúde dos Trabalhadores nas Minas: CIPAMIN E PGR (Medicina do Trabalho e Engenharia de Segurança), 2010.

O baixo número de doenças relacionadas ao trabalho que essa fonte de dados nos fornece pode ser devido à grande subnotificação, muito mais do que a não incidência de adoecimento. Estima-se que haja 97% de casos de adoecimento, principalmente por silicose, que não foram notificados (RIBEIRO, 2010).

No que diz respeito às doenças, o trabalho de extração mineral está associado a casos de perda de audição pelo ruído, doenças pulmonares e distúrbios osteomusculares (decorrentes da repetitividade, penosidade, posturas inadequadas e exposição a vibração, dentre outros riscos). Outros agravos como transtornos relacionados ao trabalho noturno e em rodízio de turnos, decorrentes da exposição ao calor, intoxicações por metais e

doenças provocadas pela exposição a radiações também acometem trabalhadores do setor (BARBOSA *et al.*, 2011; SOUZA, 2013; BAPTISTINI *et al.*, 2013).

Desse amplo leque de doenças relacionadas ao trabalho na mineração, as respiratórias como as pneumoconioses merecem destaque em nosso meio, não apenas pela grande prevalência, mas principalmente pela gravidade potencial dos seus quadros, dado o caráter irreversível e incurável dessas doenças. Estudos evidenciam que as pneumoconioses ligadas à inalação de poeira no setor mineral representam um grave problema de saúde pública (MENDES & DIAS, 1991; CARNEIRO, 2002; CASTRO, SILVA & VICENTIN, 2005; BON, 2006; HNZDO & VALLYATHAN, 2003).

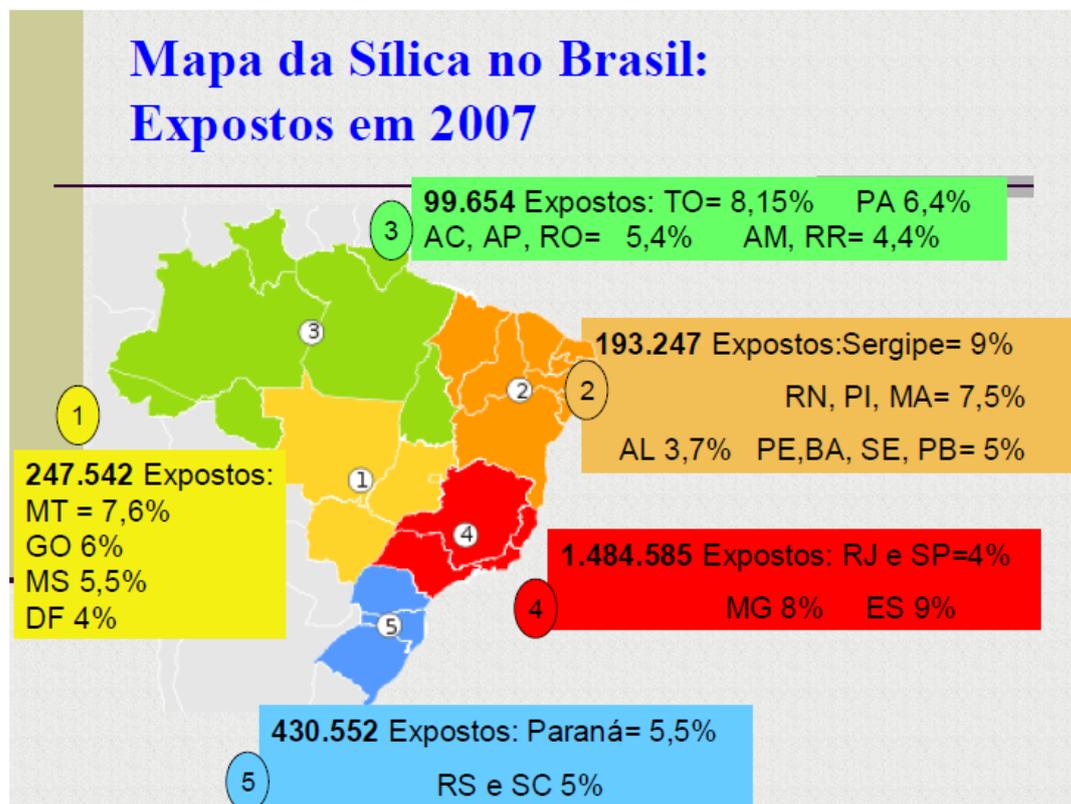
A mais prevalente no Brasil e principalmente nos países em desenvolvimento é a silicose (FERREIRA, MORERIA *et al.*, 2006). Trata-se de quadros de fibrose (endurecimento) dos pulmões, decorrente da inalação de poeiras contendo sílica livre, provocada pelo acúmulo de poeira e da reação dos pulmões à presença das mesmas. A doença pode acometer trabalhadores em mineração de ouro no subsolo, de minérios ricos em sílica, magnesita, brita, quartzito, granito etc. Caracteriza-se por falta de ar e fraqueza, é de desenvolvimento insidioso, podendo demorar mais de 10 anos para o surgimento dos sintomas, ainda que o diagnóstico radiológico possa ser realizado mais precocemente. Além da silicose, a exposição a poeiras contendo sílica está associada a câncer de pulmão, doenças auto-imunes e doença pulmonar obstrutiva crônica (ALGRANTI *et al.*, 2003; SOUZA, 2003; SANTOS, NORTE, FRADINHO *et al.* 2010;).

Estudos sobre a exposição à sílica revelam que ela se configura um grave problema mundial. Nos EUA, estimam-se que 2 milhões de trabalhadores estejam expostos à sílica (NIOSH, 2002); Nos países da União Européia, esse número sobe para 3.200.000 trabalhadores, sendo a Alemanha com 1.000.000 e Inglaterra 590.000 (KAUPPINEN, TOIKKANEN, 2000)

Já para o Brasil, as estimativas se baseiam em projeções pela ocupação formal e revelam um número aproximado de 6.000.000 de trabalhadores potencialmente expostos (RIBEIRO, 2010), tendo havido um crescimento desse número que era de 1.525.182 em 1985 e 2.065.935 em 2001 (RIBEIRO, 2004; RIBEIRO, 2008)

Na figura 2 abaixo, apresenta-se o quadro da sílica que divide o número de expostos por região e aponta a contribuição de cada estado com os percentuais de exposição (RIBEIRO, 2010).

**Figura 2:** Número e percentual de trabalhadores expostos à sílica no Brasil por região



Fonte: RIBEIRO, 2010

De acordo com esse mapa da sílica a região sudeste é responsável por expor 1.484.585 trabalhadores à poeira de sílica, sendo os estados de Sergipe e Espírito Santo os que apresentam maior exposição (9%).

Tais dados contribuíram para a escolha da região sudeste e do estado do Espírito Santo como local para a pesquisa que fundamentou esta tese.

### 1.3 A realidade do setor no estado do Espírito Santo

É na região sudeste que se encontra a maior concentração de minas de granito, principalmente no estado de São Paulo, mas também é importante fonte de desenvolvimento do estado do Espírito Santo.

A escolha pela atividade de extração de granito como foco desta pesquisa se deve ao fato de o setor de rochas ornamentais no Brasil ter, no interior do estado do Espírito Santo, um forte campo de produção e é um importante polo empregador na região. Várias comunidades sobrevivem da extração de granito.

Em pesquisa realizada por Chiodi (1999), o estado possuía em 1999 mais de 600 jazidas ativas de granito, sendo considerado o maior polo de extração e beneficiamento do país. Nessa pesquisa foram contabilizadas aproximadamente 600 empresas mineradoras, 500 empresas de beneficiamento (1100 no total) e 10.500 marmorarias. A grande diversificação de granitos produzidos foi apontada sindicato patronal - SINDIROCHAS como sendo superior a 500 tipos (SINDIROCHAS, 2009).

Já na pesquisa de Moulin (2007), o setor empregava, em 2007, cerca de 20.000 trabalhadores no estado com 1600 empresas cadastradas (500 a mais que no ano de 1999), mas também é sabido, porém não computado, o grande número de empresas clandestinas que empregam informalmente. Não foi encontrado dado sobre as marmorarias. Esse setor corresponde a 7% do PIB do estado do Espírito Santo segundo o Sindirochas.

As empresas de extração tiveram início com os agricultores da região que não conseguindo produzir porque “*a terra era ruim, pois tinha pedra embaixo*”, descobriram que essa pedra poderia ser extraída e vendida e que isso trazia mais dinheiro do que a plantação. Encontramos, no Brasil, importantes contribuições de pesquisas que tratam principalmente dessa história do setor, das consequências sociais dos acidentes e dos dramas pessoais que os acompanham. Histórias de adoecimentos e de mortes, não só por acidentes dentro das minas, mas também decorrentes de perseguições que sofreram aqueles que decidiram lutar por melhores condições de trabalho. Histórias de descobertas de um novo campo de trabalho, de famílias inteiras dependendo do trabalho na mina para sobreviverem, viúvas de trabalhadores que morreram nas minas, mas que entendiam que o trabalho de extração seria também o destino de seus filhos. São pesquisas de grande relevância para retratar o panorama brasileiro concernente às condições de trabalho na extração de rochas ornamentais (NOSSA JUNIOR, 1998; MOULIN, 2001, 2006, 2007, 2008; CUNHA, 2007).

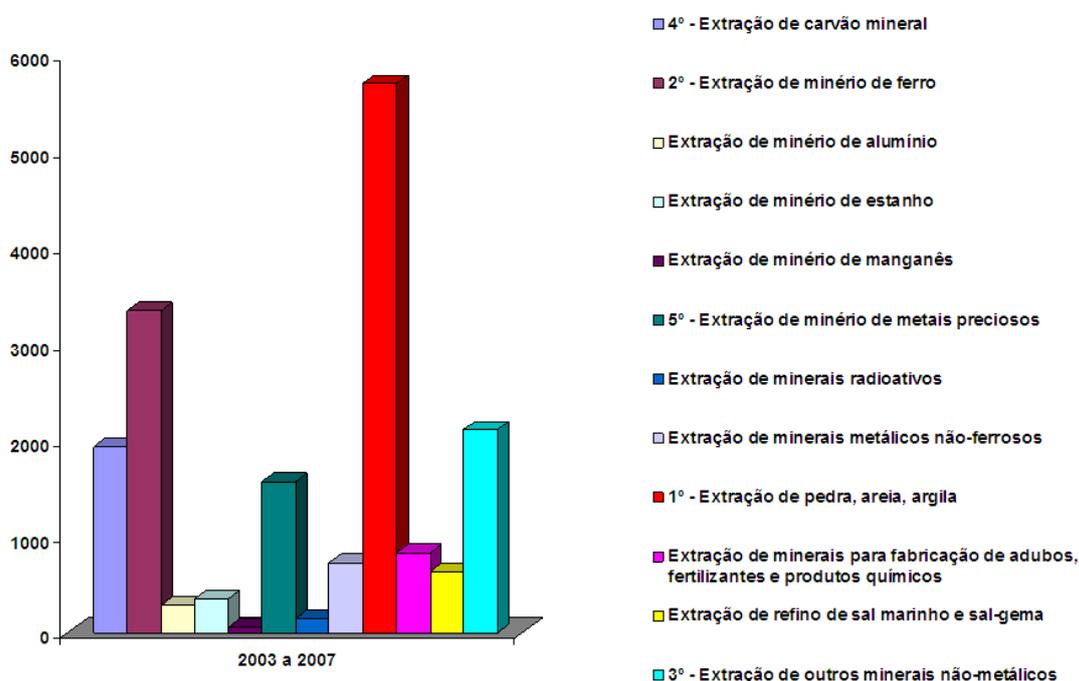
Muitas foram as iniciativas na luta para melhorar as condições de trabalho no setor, sendo uma das mais marcantes, a Caminhada dos Mártires de 1º de Maio de 1990 idealizada por trabalhadores e sindicalistas e que contou com o apoio e participação da igreja e da sociedade civil (OLIVEIRA, 2005).

Mas, é importante ressaltar que, o início da exploração de rochas foi um marco importante no desenvolvimento dos municípios do interior do Espírito Santo. As empresas de extração de mármore ou de granito foram se formando a partir da década de 70 sem muitos recursos financeiros e de maneira bastante leiga. Elas apareceram em substituição às atividades agrícolas de cultivo de café, que não ofereciam mais as boas condições de subsistência. Os empresários conheciam pouco sobre extração de rochas e os trabalhadores também não possuíam experiência. Os órgãos públicos ainda não possuíam legislação que pudesse servir de apoio e o crescimento foi se dando através do aprendizado fazendo (*learning-by-doing*) e aprendizado usando (*learning-by-using*). A região se desenvolveu, porém à custa de mutilações e mortes dos trabalhadores (MOULIN & MINAYO-GOMES, 2008).

Essa mutação é então realizada sem muitos recursos: tanto no sentido financeiro como no que diz respeito ao conhecimento e saber-fazer técnico, nele compreendido o dos trabalhadores. Ela foi acompanhada de numerosos acidentes e importantes doenças relacionadas ao trabalho. As figuras 3 a 6 abaixo ilustram essa realidade.

**Figura 3: Classificação pelo CNAE e quantidade de acidentes**

CLASSIFICAÇÃO PELO CNAE E QUANTIDADE DE ACIDENTES -PERÍODO 2003 A 2007



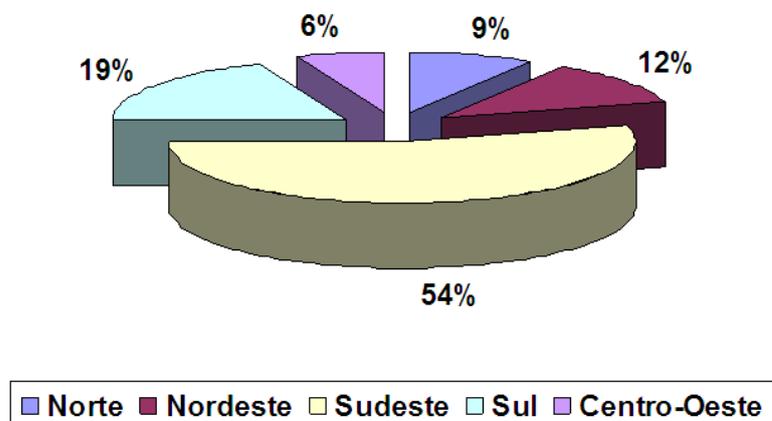
Fonte: Curso: Mobilização e Capacitação do Setor Mineral para a Gestão da Saúde dos Trabalhadores nas Minas: CIPAMIN E PGR (Medicina do Trabalho e Engenharia de Segurança), 2010.

Esse número próximo de 6.000 acidentes compreende acidente típico, de trajeto e doenças ocupacionais. Essa agregação dos dados se deve ao fato de que a legislação brasileira, de acordo com o artigo 20 da Lei 8.213/1991, define acidente de trabalho como:

*“aquele que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa ou pelo exercício do trabalho dos segurados especiais provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte ou a perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho (...) além das seguintes entidades mórbidas: I – doença profissional, assim entendida a produzida ou desencadeada pelo exercício do trabalho peculiar e determinada atividade e constante da respectiva relação elaborada pelo Ministério do Trabalho e Previdência Social; II – doença do trabalho, assim entendida, adquirida ou desencadeada em função de condições especiais em que o trabalho é realizado e com ele se relacione diretamente, constante da relação mencionada no inciso I.” (BRASIL, 1991)*

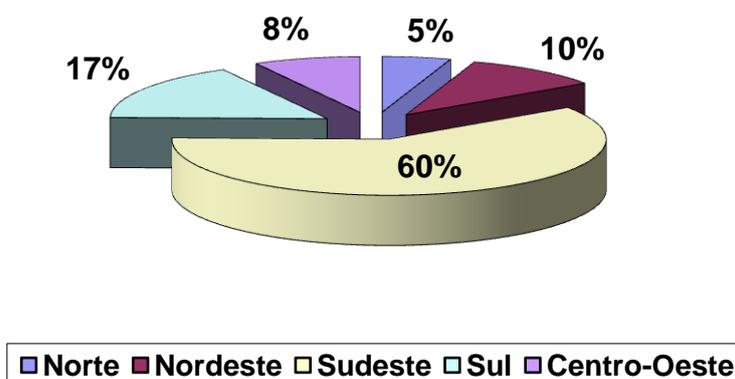
As figuras seguintes mostram dados da região sudeste, mas já separando os acidentes típicos das doenças relacionadas ao trabalho.

**Figura 4** Porcentagem de acidentes do setor extrativista mineral por região do Brasil no período de 2003 a 2007



Fonte: Curso: Mobilização e Capacitação do Setor Mineral para a Gestão da Saúde dos Trabalhadores nas Minas: CIPAMIN E PGR (Medicina do Trabalho e Engenharia de Segurança), 2010.

**Figura 5** Porcentagem de doenças registradas no setor extrativista mineral por região do Brasil no período de 2003 a 2007



Fonte: Curso: Mobilização e Capacitação do Setor Mineral para a Gestão da Saúde dos Trabalhadores nas Minas: CIPAMIN E PGR (Medicina do Trabalho e Engenharia de Segurança), 2010

A região sudeste é a maior responsável pelo número de acidentes e de doenças relacionadas ao trabalho no Brasil, tendo computado 54% das ocorrências de acidentes e 60% dos adoecimentos.

A figura 6 abaixo expõe sobre o risco de ocorrência de silicose nos trabalhadores do Espírito Santo, conforme setor econômico. Não é um estudo epidemiológico do adoecimento por sílica, mas um importante indicador de risco, pois ele relaciona o número de trabalhadores formais no estado e o número desses trabalhadores que se encontram em ambiente que favorece a exposição à poeira contendo sílica.

**Figura 6:** Trabalhadores ocupados e expostos à sílica, frequência absoluta e percentual de expostos, Espírito Santo - 1985 e 2007

Setor Econômico	1985			2007		
	Ocupados	Expostos	%	Ocupados	Expostos	%
Extração Mineral	14.677	5.809	39,58	17.574	11.506	65,47
Mineral Não Metálico* 1	9.573	6.208	64,85	30.572	17.039	55,73
Construção Civil	38.230	20.575	53,82	103.122	70.200	68,07
Indústria Metalúrgica	13.978	3.414	24,42	21.713	4.586	21,12
Borracha, fumo e couro* 2	1.130	15	1,33	2.697	25	0,93
Agricultura	9.679	368	3,80	68.034	1.437	2,11
Setor de serviços* 3	35.060	525	1,50	101.154	6.798	6,72
Outros	286.874	86	0,03	827.174	539	0,07
<b>Total</b>	<b>409.201</b>	<b>37.000</b>	<b>9,04</b>	<b>1.172.040</b>	<b>112.130</b>	<b>9,57</b>

Fonte: RIBEIRO, 2010

Faz-se importante esclarecer que as empresas de extração de granito estão compreendidas nos números correspondentes à extração mineral, no entanto, as de beneficiamento do granito fazem parte do grande escopo do setor da construção civil, o que acaba por ajudar a mascarar o problema.

Segundo dados fornecidos pelos sindicatos dos trabalhadores e patronais (não publicados), é possível afirmar que o Brasil tem apresentado enorme crescimento do volume de extração mineral nos últimos anos. No entanto, a capacidade tecnológica e a formação dos trabalhadores não acompanharam esse desenvolvimento (MOULIN, REIS & WENICHI, 2001, MOULIN & MINAYO-GOMES, 2008). O desconhecimento de novos processos tecnológicos e gerenciais ou a introdução de novas tecnologias que aportam riscos desconhecidos podem ser fatores geradores da insegurança nesse ramo produtivo e representam novos desafios a gestores, trabalhadores, estudiosos e agentes do estado.

Os dados apresentados nessas figuras revelam que se houve aumento no número de empresas e desenvolvimento de tecnologias no setor de extração e beneficiamento de granito, as medidas de prevenção e controle de acidentes e doenças não acompanharam essa evolução.

O que nos chama a atenção é o fato de que as ações de prevenção e controle sejam tão pouco eficazes mesmo para problemas cujo nexos com o trabalho estejam claramente estabelecidos, como é o caso da silicose.

Diante desse quadro faz-se necessário<sup>1</sup> analisar e compreender as dificuldades presentes nas situações que estão impedindo que se coloque em vigor boas práticas de saúde e segurança nas minas e até mesmo a adequação das normas de segurança dentro do contexto diversificado, complexo e mutante do setor mineral.

#### **1.4 A obrigatoriedade da umidificação pela NR22**

O desenvolvimento do setor de extração mineral foi, portanto, acompanhado de numerosos acidentes e importantes doenças relacionadas ao trabalho, até que se tomou a decisão de elaborar um quadro regulamentar a fim de controlar essa situação deletéria.

Em 1978, surgiu a primeira portaria do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) estabelecendo a Norma Regulamentadora para Segurança e Saúde Ocupacional da Mineração (NR22) com alterações em 1999, 2000, 2002, 2003 e 2004. E, em 2001, o Ministério de Minas e Energia (MME) através do Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM) publicou uma portaria que também regulamenta a mineração (NRM) com alteração em 2002. Estas alterações são principalmente de redação, proibição de algum equipamento ou situação que ofereça risco ou detalhamento de imposições.

A norma que nos interessa nesta tese é a que trata do controle sobre a geração de poeira no ambiente de trabalho. Esta não sofreu alterações até a publicação de 2004. A principal medida de prevenção das doenças respiratórias é o processo de umidificação, que está presente nas normas NR22 e NRM para controle da geração de poeiras nos

---

<sup>1</sup> Para responder à tal necessidade desenvolveu-se um projeto de pesquisa em convênio entre o Ministério de Minas e Energia e a Universidade Federal de Belo Horizonte, sob a coordenação do Prof. Dr. Francisco de Paula Antunes Lima, do qual a autora desta tese fez parte da equipe de pesquisadores. Nesse projeto foram visitadas 13 minas, sendo duas delas de extração de granito. Esta tese é um desdobramento desse projeto.

postos de trabalho e nas vias de circulação, devido ao risco de silicose e outras doenças respiratórias. Conforme NR22- 22.17. e NRM 9.1

*“22.17.1 Nos locais onde haja geração de poeiras na superfície ou no subsolo, a empresa ou Permissionário de Lavra Garimpeira deverá realizar o monitoramento periódico da exposição dos trabalhadores, através de grupos homogêneos de exposição e das medidas de controle adotadas, com o registro dos dados observando-se, no mínimo, o Quadro I.*

*22.17.1.1 Grupo Homogêneo de Exposição corresponde a um grupo de trabalhadores, que experimentam exposição semelhante, de forma que o resultado fornecido pela avaliação da exposição de qualquer trabalhador do grupo seja representativo da exposição do restante dos trabalhadores do mesmo grupo.*

*22.17.2 Quando ultrapassados os limites de tolerância à exposição a poeiras minerais, devem ser adotadas medidas técnicas e administrativas que, reduzam, eliminem ou neutralizem seus efeitos sobre a saúde dos trabalhadores e considerados os níveis de ação estabelecidos nesta Norma.*

*2.17.3 Em toda mina deve estar disponível água em condições de uso, com o propósito de controle da geração de poeiras nos postos de trabalho, onde rocha ou minério estiver sendo perfurado, cortado, detonado, carregado, descarregado ou transportado.*

*22.17.3.1 As operações de perfuração ou corte devem ser realizados por processos umidificados para evitar a dispersão da poeira no ambiente de trabalho.*

*22.17.3.2 Caso haja impedimento de umidificação, em função das características mineralógicas da rocha, impossibilidade técnica ou quando a água acarretar riscos adicionais, devem ser utilizados dispositivos ou técnicas de controle, que impeçam a dispersão da poeira no ambiente de trabalho.*

*22.17.4 Os equipamentos geradores de poeira com exposição dos trabalhadores devem utilizar dispositivos para sua eliminação ou redução e ser mantidos em condições operacionais de uso.*

*22.17.5 As superfícies de máquinas, instalações e pisos dos locais de trânsito de pessoas e equipamentos, devem ser periodicamente umidificados ou limpos, de forma a impedir a dispersão de poeira no ambiente de trabalho.*

*22.17.6 Os postos de trabalho, que sejam enclausurados ou isolados, devem possuir sistemas adequados, que permitam a manutenção das condições de conforto previstas na Norma Regulamentadora n.º 17, especialmente as constantes no subitem 17.5.2. da citada NR e que possibilitem trabalhar com o sistema hermeticamente fechado.” (MINISTÉRIO TRABALHO E EMPREGO, 1978, MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2002).*

Essa norma trata da obrigatoriedade de monitoramento periódico da exposição à poeira de sílica a que os trabalhadores estão submetidos; e do controle da geração de poeira por meio de processo umidificado, obrigando fornecimento de água em condições de uso durante todo o processo de extração.

Considera que diante da impossibilidade do uso da água, outras formas de controle devem ser utilizadas. No entanto, não há especificação ou detalhamento sobre quais técnicas e como viabilizar o controle sobre a emissão de poeira.

No que tange às empresas de beneficiamento, além das medidas de monitoramento e controle, em 2008, a portaria 43 proíbe o processo de corte e acabamento a seco de rochas ornamentais e exige a utilização de máquinas e ferramentas que sejam dotadas de sistema de umidificação capaz de minimizar ou eliminar a geração de poeiras que sejam dispersas devido ao funcionamento de tais máquinas.

*“As máquinas e ferramentas utilizadas nos processos de corte e acabamento de rochas ornamentais devem ser dotadas de sistema de umidificação capaz de minimizar ou eliminar a geração de poeira decorrente de seu funcionamento.”*  
(Aprovado pela Portaria SIT n.º43, de 11 de março de 2008)

Essa portaria proíbe ainda adaptações em máquinas elétricas que não tenham sido projetadas já de maneira a trabalhar em sistema úmido. Se a norma nada dizia sobre o trabalho, ou o como realizar o controle da poeira, sem orientar sobre tecnologias a serem empregadas, ao menos para o setor de beneficiamento fez-se a indicação sobre como **não fazer**, proibindo as adaptações nas máquinas elétricas, a fim de evitar novos riscos.

Uma norma com valor de obrigatoriedade coloca em ação um sistema inovador para o setor: a umidificação.

O processo de umidificação permite prevenir as pneumoconioses dos trabalhadores expostos ao risco e nos moradores das comunidades vizinhas às minas que também são expostas às poeiras provenientes da mineração, pois a pulverização da água permite a agregação da poeira e impede sua inalação.

Apesar da NR22 surgir em 1978, constatou-se que até 1997 as empresas do setor nada tinham feito para se adequar à legislação. Em 1998, o MTE (Ministério do Trabalho e

Emprego), os sindicatos patronais e dos trabalhadores e a Fundacentro organizaram um grupo de trabalho para debater e resolver o problema e iniciaram o PNES - Programa Nacional de Eliminação da Silicose. Este grupo partiu do objetivo “taxa zero de poeira”, e debateu, sobretudo, a etiologia e a importância das patologias profissionais em questão.

Posteriormente, em 2002, os agentes de fiscalização do trabalho constataram, uma vez mais, que nada havia sido feito. Após negociações tripartites entre os sindicatos patronais, dos trabalhadores e os órgãos de fiscalização, foram concedidos cinco anos suplementares para que as empresas pudessem adaptar seus sistemas de prevenção em geral, entre eles o da umidificação. Após o prazo de cinco anos, o sindicato dos trabalhadores, segundo entrevistas realizadas com seus dirigentes, entrou com denúncias que resultaram 60 ações civis públicas instauradas pelo MPT (Ministério Público do Trabalho). Pode-se dizer que foi a partir de 2007 que os sistemas de umidificação começaram a ganhar forma.

O que nos chama a atenção neste relato é a grande distância que a norma apresenta em relação ao trabalho real. A atividade do operador praticamente desaparece, nem mesmo a prescrição de trabalho aparece. A lógica industrial também escapa às normas que não mencionam regras de funcionamento material ou tipos de equipamentos necessários.

Essas regulamentações e normatizações são, sem dúvida, um importante marco na história da extração mineral como um todo e traz contribuições para a segurança também na extração de rochas ornamentais. No entanto, as empresas ainda hoje apresentam dificuldades para se adequarem a essas normas, tanto em nível técnico quanto de gestão (FARIA, 2008).

O adoecimento pelo trabalho denuncia a realidade como mais complexa do que consegue captar a visão reducionista das concepções de segurança que se baseiam apenas em normatizações, como se os problemas que são sociais pudessem ser resolvidos apenas de maneira judicial. Traz à tona reações da realidade existente que, para serem compreendidas, exige análises baseadas em vários campos de conhecimento. Porém, as organizações não estão preparadas para transitar nestes campos multidisciplinares. O que se encontram são práticas que se estabelecem de maneira

padronizada e que não são suficientes para se promover a segurança e a prevenção, como os dados estatísticos, aqui apresentados, revelam.

### **1.5 Dificuldades de implementar a inovação**

O que explica, no entanto, esse atraso de 29 anos desde a publicação da norma em 1978 até a efetiva implantação da umidificação em 2007?

Para os representantes das autoridades de fiscalização (MTE e MME), esse atraso é devido a um problema de cultura dos empregadores “*que resistem à realização de investimentos quando é apenas a prevenção e não a produção o que está em jogo*” (fala de auditor do MTE). Os empregadores, por outro lado, justificam que as normas exigem investimentos financeiros que não oferecem ou dão pouco retorno em termos de lucro (opinião de proprietário).

Segundo Faria (2008), essas situações indicam as dificuldades das empresas integrarem as normas e os dispositivos técnicos e de gestão que elas impõem. Mas essa constatação de uma disjunção entre elementos da segurança e da produção necessita ser complementada por outras observações. De fato, só podemos sublinhar que essas posições representam, de certa forma, as duas faces de uma moeda que opõe objetivos de prevenção a objetivos de produção, ambos excluindo o que concerne ao trabalho (especificamente à atividade) e as evoluções do trabalho advindas da introdução de uma norma e de um sistema de prevenção que ela pressupõe. Sistema este que fora indicado, desde seu princípio, apenas no seu “espírito”, isto é, sem que se apontasse uma possibilidade de solução, nem mesmo uma especificação de um artefato em particular – e ainda menos de uma organização de trabalho ou formação de trabalhadores, nada disso fora discutido nem analisado. Ou seja, foi bem discutida a importância da umidificação, mas os caminhos necessários para se encontrar o “como-fazer”, ou qual a boa solução, foram negligenciados.

Durante o projeto de intervenção realizado em parceria entre o MME (Ministério de Minas e energia) e a UFMG (Universidade Federal de Minas Gerais), vários cursos de saúde e segurança foram ministrados às empresas, com a presença de trabalhadores, equipe de saúde e segurança e proprietários, e outros específicos para os sindicatos. A autora desta tese pôde estar presente em muitos desses cursos, não somente nos

destinados à mineração de granito, e pôde notar a ênfase dada pelos participantes em geral sobre a dificuldade de compreensão da norma, dificuldade de implantação de recursos tecnológicos e a pouca ajuda do estado para resolver essa questão. Sobre a implantação da umidificação, esta representou, inicialmente, uma ameaça à produção “*A produção cai – o tempo é maior com água*”. (fala de trabalhador endossada pelo encarregado, técnico de segurança e proprietário e repetida nas diversas empresas)

Contribuindo com esse debate sobre a dificuldade de implantação dos projetos de prevenção, encontramos na literatura outros pontos de grande relevância para a compreensão da falta de investimentos em saúde e segurança. Dificuldades técnicas e econômicas de empregadores (particularmente os pequenos) de cumprirem a legislação foram apontadas por Dwyer (2006), Capitani (2006) e por Faria (2008).

Capitani (2006), Almeida e Jackson Filho (2007) e Garrigou (2011) discutiram a falta de preparo dos profissionais de segurança e saúde do trabalhador. Eles são formados, desde as escolas técnicas, com uma concepção focada no comportamento seguro do trabalhador e foco em práticas de check-list de condições inseguras. Essa visão reducionista tem sido impedimento para o bom desenvolvimento de programas eficazes em prevenção dentro das empresas.

A falta de mobilização dos trabalhadores e suas organizações para a defesa da saúde no trabalho, insuficiência dos instrumentos normativos e inoperância das agências públicas responsáveis pela fiscalização e vigilância dos ambientes de trabalho foram amplamente discutidas por diversos autores (VILELA, RICARDI e IGUTI, 2001; MINAYO-GOMES & LACAZ, 2005; LIMA, 2009; RIBEIRO, 2010; VILELA, ALMEIDA, MENDES, 2012, VILELA, ALMEIDA *et al*, 2013).

Diante deste contexto histórico, estabeleceu-se o objetivo de estudar o processo de implantação do sistema umidificado, suas dificuldades e seus diversos desdobramentos no setor de extração e beneficiamento do granito, visando a contribuição para ampliar o conhecimento sobre mediadores culturais que permeiam inovações tecnológicas, atividades de trabalho delas decorrentes e prevenção de acidentes e doenças do trabalho.

## **2. Problema e hipóteses**

### **2.1 Problema**

O que se passa entre as normas e a implementação de inovações efetivas?

Quais relações existentes entre as normas de prevenção de acidentes e doenças na extração e no beneficiamento do granito e as inovações necessárias para o atendimento a tais normas? Como se deu o processo de apropriação destas inovações e suas implicações para os agentes de prevenção?

### **2.2 Hipóteses**

#### **2.2.1 Primeira hipótese:**

A introdução de um dispositivo técnico de prevenção pode “perturbar” a situação de trabalho, causando desordens, ou seja, há uma resistência do “real” e isso obriga a uma reconfiguração do sistema de trabalho. Sistema esse compreendido como conjunto de elementos em inter-relação verticais e horizontais.

Estas perturbações não estão integradas e nem são pensadas no momento de se conceber as normas, pois a questão do trabalho, da atividade real, não é considerada e isto pode ser um problema.

A inovação ao ser implantada pode, por vezes, ter consequências e efeitos que são negativos, mas esses efeitos têm potencial de revelar o que, talvez, fora negligenciado e que deveria ter sido considerado no sistema de trabalho.

#### **2.2.2 Segunda hipótese:**

Frente a esse novo agenciamento e a essas perturbações do sistema de trabalho os operadores não ficam passivos. Eles tentam encontrar soluções para continuar a produção, seja rejeitando a inovação quando ela é muito discordante com o sistema (metas, objetivos, materiais, processo de trabalho, espaço, tempo de produção, qualidade do produto, conforto), seja integrando o novo dispositivo, o que pressupõe um processo de apropriação.

Essa apropriação se dá também em outro nível que não somente do face a face entre o operador e o artefato. Ela também ocorre no nível sistêmico e o da recomposição de seus elementos.

### **2.2.3 Terceira hipótese**

A apropriação sistêmica pode ter sua implantação facilitada quando ela ocorre em um processo de trocas e diálogos entre os trabalhadores e agentes de prevenção em torno de um dispositivo técnico e não apenas baseada em um único princípio de prevenção.

Processo esse que permite a discussão dos problemas surgidos com a inovação e troca de informações que possam gerar: alterações nos dispositivos; novas simulações; tentativas de uso; detecção de novos problemas; reprojeção; novos testes; até se conseguir um resultado satisfatório tanto em termos de saúde e segurança, quanto de produção.

### **3. Das normas à segurança passando pela apropriação**

Para atender aos propósitos deste estudo definiu-se um quadro teórico que possibilita a fundamentação e compreensão dos achados empíricos. Foi construído a partir de correntes teóricas que tratam de: normas, regras de prevenção e a atividade; de inovações e a apropriação de seus dispositivos; saúde, segurança e concepção para a prevenção.

#### **3.1 Normas, regras e violações.**

No capítulo introdutório foram explicados a necessidade e o surgimento da norma regulamentadora que obriga a umidificação na mineração. Cabe aqui fazer referência a um aporte teórico que possibilite reflexão sobre o papel das normatizações para as práticas de prevenção no mundo do trabalho, a fim de se compreender a natureza de uma norma regulamentadora e a sua observância.

Em ergonomia, a palavra norma pode ser utilizada em duas situações: a) quando a norma está direcionada ao domínio da atividade, como forma de procedimentos operacionais ou ligadas às certificações de qualidade como as do sistema ISO por exemplo; b) relacionada aos quadros regulamentares que remetem aos componentes do posto de trabalho, aos limites de exposição e serve ao agente de prevenção como ferramenta para medidas de controle e monitoramento dos riscos (MONTMOLLIN, 1997). Esta segunda compreensão é a que nos interessa.

Para Foucault, a norma se define como uma pretensão de poder e exige sua observância mediante mecanismos de coerção, mas pode também ser uma técnica positiva de intervenção e de transformação (FOUCAULT, 2002).

##### **3.1.1 Normatização e Normalização**

Outra distinção que parece ser pertinente é entre os conceitos de normatização e normalização.

A normatização é definida como ato de estabelecer normas para determinada ação. Tem caráter de preceito e ordem. É a instituição da norma que estabelece aquilo que deve ser considerado normal e está relacionada a uma situação de poder (FOUCAULT, *op. cit.*).

Uma norma regulamentadora é instituída por um organismo público de poder que visa controlar as situações de trabalho. Tem caráter de obrigatoriedade e sua não observância pode ser punida.

De acordo Foucault (2002) e Canguilhem (2006), “*normalização é uma experiência especificamente antropológica ou cultural ... onde a norma é aquilo que fixa o normal a partir de uma decisão normativa*” (CANGUILHEM, 2006, p.206-08), regulariza a normalidade, constitui um sistema de correção, mas não de punição, de transformação dos indivíduos e organizações, de maneira que se adequem às normas instituídas (FOUCAULT, *op cit.*). No campo da prevenção, as normas regulamentadoras são essenciais. Elas ditam regras do que é permitido, proibido ou obrigatório no espaço de trabalho. Indica o que é o “certo”, com caráter de obrigatoriedade, portanto inegociável.

No campo da prática, o conceito de regra como uma prescrição também de ordem moral, porque indica uma noção da vida no coletivo, invoca o agir, a maneira de se comportar e obriga uma forma de se ajustar ao meio social (AGOSTINI, 2013). O trabalho é um ambiente social, portanto depreende-se que as regras de trabalho são postas para regular as interações sociais, para adaptar o ambiente de maneira a torná-lo mais seguro, por isso são fundamentais, essenciais.

Normas regulamentadoras surgem a partir de um diagnóstico da situação, da identificação do problema e indica o que precisa ser mudado. Elas regulamentam uma normalidade e pretendem transformar as organizações de forma que a segurança e a saúde dos indivíduos sejam preservadas. Mas sua eficácia pode ser questionada por ser ela limitada a um ato moral, do que deve ser feito, sem a preocupação com o como fazer e as consequências que sua observância carrega.

De fato, o nível macro (da norma),

*“ancorado numa ética de convicção, reclama a pureza absoluta dos meios e se acomoda de indiferença no que concerne às consequências. Não é então a eficácia que se prima, quer dizer, o triunfo material de um valor, mas seu respeito. O ator moral não se ocupa das consequências desde que sua intenção seja pura. Ele não é responsável por isso, ou seja, pela quantidade de sua vontade, o resto é fruto do azar e da providência”* (HOTTOIS, 1996. p. 492)

A fragilidade da norma está no fato de a mesma não prever todas as variabilidades do trabalho real, sendo que, em algumas situações, o cumprimento da norma pode colocar em risco a segurança por impedir que o trabalhador utilize suas competências tácitas. Como por exemplo, no caso de extração de ouro, a regra de molhar a rocha ou de permanecer afastado a 20 metros do local de batimento de choco interfere na visualização e reconhecimento de irregularidades ou fissuras nas rochas, as quais são indícios, para os mais experientes, de instabilidades do maciço e do risco de quedas de blocos rochosos (FARIA, 2008). Nessa pesquisa o autor defendeu que a segurança está principalmente nos saberes tácitos, no desenvolvimento das competências, na transmissão e compartilhamento destes.

Garrigou (2011) nos chama a atenção para os limites intrínsecos e extrínsecos das normas, apesar de ser incontestável sua importância para a redução da exposição dos trabalhadores aos agentes químicos. Os intrínsecos são os referentes ao processo de construção e elaboração das normas baseado em parâmetros de ambiente, de características fisiológicas, de duração de trabalho entre outros. E os extrínsecos são os inerentes à confrontação das normas com a realidade do trabalho real e suas variabilidades (de produto, de espaço, de tempo, de estratégia de produção).

Agostini (2013) também trata de regras heterônomas e endógenas, sendo as heterônomas as criadas externamente às empresas, como as NRs por exemplo, e as endógenas as criadas pelas empresas, como objetivos, metas, exigências de qualidade e também prescrições de passos para a tarefa. A questão que a autora coloca é como a empresa implementa aquilo que ela recebe como regras heterônomas. Como essa tradução se dá na forma e na atividade de trabalho dos diferentes atores? Em geral, essa passagem pode ser feita com a introdução de novas regras e prescrições para as atividades.

### **3.1.2 Importância das prescrições e normalizações**

Dekker (2001) tratou da importância das prescrições e normalizações nas práticas de segurança, principalmente em sistemas de modelo mental “*IF-THEN*”, (SE essa situação ocorrer ENTÃO se deve realizar tal tarefa). Agostini (2013) também trata dos conceitos de regras e prescrições como sendo relativos à prática. “*A prescrição é um processo que conduz à ação*” (p.86). Nesse sentido, a prescrição passa a ser um recurso para a ação à

medida em que serve de guia e de orientação ao trabalhador em relação aos objetivos ou resultados esperados por uma tal atividade.

A questão é que se as prescrições, em vários momentos, são recursos para a ação, elas também representam, em outros momentos, constrangimentos à atividade e, assim como as normas, estão longe do trabalho.

Normas e regras podem ser recursos, mas é preciso considerar que na atividade real, diante das variabilidades e imprevistos sempre haverá julgamentos diante das situações, sempre haverá estratégias e regulações feitas pelos trabalhadores e estas podem ser entendidas como violações. O exagero de regras muito detalhadas pode provocar violações. Estas violações, frequentemente menores e insignificantes, podem progressivamente diminuir o valor das regras em geral (LEPLAT, 1998). Não seguir as prescrições não significa propiciar a ocorrência de acidentes, ao contrário, muitas vezes se faz segurança não seguindo os procedimentos, mas interpretando-os no devido momento contextual (DEKKER, 2001).

### **3.1.3 Violação**

O conceito de violação discutido por Leplat (1998) guarda diferença com o conceito de erro de Reason (1990). Erro humano seria o desvio involuntário que ocorre na execução de uma tarefa em consequência de má compreensão da situação. Já as violações são desvios voluntários em relação a uma norma ou prescrição. E pode ter justificativa maliciosa, quando há a intenção de provocar danos ou prejuízo, ou orientada, que é mais frequente e não há intenção de danar.

Essa abordagem compreende o erro como fruto de um sistema mal concebido e de fragilidades na interface usuário-dispositivo. O que nos parece bastante interessante porque retira a responsabilidade do erro das mãos unicamente do trabalhador ou da vítima e amplia para o sistema.

As violações orientadas podem ser rotineiras e integradas à atividade ou podem ser excepcionais quando há uma situação nova devida a uma urgência ou a uma inovação. Em geral, em ambos os casos há o conhecimento da direção e não ocorrem punições. Os principais motivos da ocorrência de tais violações são: o respeito à regra tem um custo

físico ou cognitivo elevado para o operador; as regras são muito contraditórias e não é possível respeitá-las numa mesma situação (LEPLAT, *op. cit.*).

No estudo de Vaughan (1997) sobre o acidente com o ônibus espacial Challenger, a autora aponta que as regras podem ser violadas, ou não observadas, por vários motivos:

*“a) podem ser tão complexas que não há entendimento sobre elas, por isso não são seguidas; b) podem ser recentes e haver desconhecimento sobre elas; c) podem ser vagas ou imprecisas e as pessoas não veem que elas se aplicam à situação que vivenciam; d) podem ser percebidas como irrelevantes para a tarefa que as pessoas têm em mãos; e) podem ser obstáculos à execução da tarefa e então serem ignoradas; e/ou f) uma regra pode entrar em conflito com as normas sobre a melhor forma de se fazer o trabalho. Há que se reconhecer ainda as situações para as quais não existem regras, ou para as quais as regras existentes não são aplicáveis”.* (VAUGHAN, 1997 p. 98).

Em qualquer nível de um sistema sócio-técnico que possui rigidez de regras, pode-se encontrar violações às quais atribuir culpa e classificar como comportamento inseguro (LEVENSON, 2004). Os acidentes passam, então, a serem considerados como decorrentes de violações, ou não observância às regras, no entanto, como toda a atividade real comporta um sem número de variabilidades, ela não cabe num enquadramento normativo.

As variabilidades não são desconhecidas dos engenheiros e projetistas, pelo contrário, a busca por neutralizá-las é atividade central desses profissionais ao tentarem controlar a produção (LIMA, 2005). Entretanto, pode-se dizer que as variabilidades são permanentes e impossíveis de dominar (SCHWARTZ, 1997). Essa crença racionalista na eficácia da padronização sempre encontrará um descumprimento de regras ao qual atribuir responsabilidade. Isso porque há um privilégio daquilo que pode ser objetivado, medido e controlado em detrimento do conhecimento tácito que é subjetivo, até mesmo intuitivo, que os trabalhadores mobilizam para dar conta do trabalho real e garantir a produção (LIMA *op. cit.*).

### **3.1.4 O trabalhador como o ator humano na segurança**

Contrários à crença de que o fator humano é o elo fraco do sistema, autores da ergonomia enfatizam que o homem contribui positivamente contra os riscos e que é

preciso atentar para a dinâmica do sistema e suas vulnerabilidades (FAVERGE, 1970, BÉGUIN, 2009, LEPLAT, 2011). Deveres, regras e procedimentos não são suficientes para alcançar o trabalho bem sucedido, seguro e confiável. Eles servem como recursos para as ações mas, não dão conta de abranger todas as circunstâncias e, portanto, não garantem a segurança por si mesmos. São os operadores que também fazem a gestão da segurança, com regulações e estratégias, sejam individuais ou coletivas, e são essas estratégias que precisam ser analisadas e valorizadas no sistema (FARIA, 2008).

Os padrões são elaborados sem se considerar as vivências e as necessidades dos próprios trabalhadores (OLIVEIRA, 2003). Se compreendermos que existe grande dificuldade de padronizar ou normatizar todas as situações, pois elas dificilmente podem ser antecipadas, então, basear a prevenção somente em prescrições é torná-la frágil (LLORY, 1999).

Para fazer prevenção é necessário encontrar soluções a serem implementadas, recursos a serem utilizados e, ao menos, um ponto de partida a um projeto de transformação. A norma sozinha não pode cumprir esse papel.

No caso estudado nesta tese, a norma que obriga a umidificação não chega a estabelecer regras ou procedimentos sobre como produzir em ambiente umidificado, o que para as empresas, como será demonstrado, significou dificuldades e provocou desordens num primeiro momento, servindo muito pouco como recurso para a ação. A norma exigiu a introdução de um dispositivo que não havia sido pensado no Brasil e só existia para perfuratrizes hidráulicas na Europa, mas não existia para os marteletes (que predominam no Brasil), nem para as ferramentas manuais de corte, lixa e polimento.

No intuito de ultrapassar a mera constatação das dificuldades impostas pela inovação, esta tese propõe analisar a introdução de sistemas inovadores a partir de um ponto de vista particular: o da apropriação. Este olhar permite descrever as dinâmicas que são colocadas à prova no encontro entre a norma – o que já está cristalizado num dispositivo ou um procedimento novo – e o conteúdo e a forma da ação no trabalho que visa dar conta do desenvolvimento conjunto do dispositivo e seu uso (BÉGUIN, 2004, BÉGUIN, 2007). O que nos permite sair de uma visão de resistências às regras e ir um pouco mais além, para as dimensões construtivas e criativas.

## 3.2 Apropriação

### 3.2.1 Apropriação *versus* aceitabilidade

Abordagens teóricas que tratam da inserção de uma inovação técnica usam o conceito de aceitabilidade ou adoção. Essas abordagens se dividem em três principais teorias que são, segundo Bobillier-Chaumon (2003): a) teoria da intenção – que foca nas atitudes e comportamentos do usuário; b) teoria das estratégias de adoção – interesse nos fatores de contingência durante a implantação; c) teoria de comportamentos interpessoais – ênfase sobre as reações individuais sob o ângulo da satisfação percebida. Nas três teorias o que se depreende é que elas defendem que fatores como experiência de uso e dimensões emocionais são determinantes potenciais da aceitabilidade da tecnologia (BARCENILLA e BASTIEN, 2009).

As principais críticas a esse modelo (da aceitabilidade) apontam para o fato de que falta melhor análise sobre os componentes sociais como um dos fatores de predição de intenção de uso (TERRADE, PASQUIER *et. al.*, 2009) e que o mesmo está baseado numa concepção cognitiva racional do indivíduo que busca prever e modelizar os comportamentos futuros prováveis dos usuários a partir de um certo número de indicadores funcionais e sócio-cognitivos (DUBOIS e BOBILLIER-CHAUMON, 2009).

Como proposta complementar à teoria da aceitabilidade, Bobillier-Chaumon e Dubois (2009) defendem a ideia de *adoção* como um modelo composto de cinco dimensões: 1) Dimensão intraindividual – custo cognitivo e emocional do uso da tecnologia; 2) Dimensão interindividual – redefine o coletivo de trabalho para trabalho coletivo formalizado; 3) Dimensão meta-individual – ênfase nos incidentes sociorganizacionais, tecnologias sobre o usuário e sua atividade; 4) Dimensão transpessoal – apreende as repercussões sobre a construção e reconhecimento de identidade do indivíduo; 5) Dimensão impessoal – diagnostica a qualidade ergonômica e a confiabilidade do dispositivo.

Para os autores, a *aceitabilidade* permite avaliar as probabilidades de apropriação das tecnologias, limita os riscos de rejeição prováveis e reposiciona, se necessário, o projeto de mudança e/ou tecnologia. Partindo do vivido e do sentido pelos usuários, a *adoção* aprecia os efeitos concretos da tecnologia sobre diversas dimensões do sistema da

atividade e permite, assim, reajustar o lugar e o papel do dispositivo nesse sistema de trabalho.

Do ponto de vista desta tese, as teorias de aceitabilidade ou de adoção são insuficientes. Primeiro, porque elas desconsideram as evoluções que os próprios trabalhadores fazem no instrumento, elas avaliam o uso que é diferente do prescrito como uma deturpação e não como um desenvolvimento duplo (do objeto e do usuário) que se dá na relação sujeito-objeto, como sustentado pelas teorias antropocêntricas e desenvolvimentistas que constituem a base conceitual utilizada nessa tese.

Segundo, embora tratem das dimensões intraindividuais e cognitivas não se atêm para a inscrição no corpo, quando a ferramenta se torna um prolongamento do próprio corpo do usuário, que mobiliza seus sentidos e constrói um gestual durante o processo de apropriação.

Terceiro, assim como apontado por Terrade, Pasquier *et. al.* (2009), falta uma análise sobre os componentes sociais, mas os autores propõem uma abordagem que considere tais componentes como fatores de motivação para aceitabilidade. Nosso entendimento é de que os instrumentos possuem uma natureza já social e as características deles são partilhadas e difundidas no meio cultural a partir de um sistema simbólico e de sentidos que esse meio compartilha e que isso se dá num movimento de modificação do objeto pelos sujeitos e dos próprios sujeitos pelo objeto. Eles tratam da necessidade de encontrar um bom objeto pronto e acabado para os indivíduos de uma determinada cultura, sem levar em conta que tanto os sujeitos como os objetos serão transformados com o uso.

### **3.2.2 Apropriação: uma inovação para os modelos de prevenção de riscos**

Nós propomos, então, analisar mais precisamente esta introdução de dispositivos a partir do ponto de vista da apropriação (BÉGUIN, 2007). A introdução de dispositivos de prevenção inovadores parece modificar a atividade de trabalho dos empregados e acompanhar, muitas vezes, novas situações de risco a serem gerenciadas. Algumas estão ligadas à tensão existente entre as normas antecedentes e o dispositivo, ou ainda, à incoerência desse último com a atividade e a tarefa prescrita. Mas essa introdução pode igualmente, sob certas condições, ser apropriada pelos trabalhadores e participar da gênese profissional (BÉGUIN, 2007; BÉGUIN, 2010).

Essa ideia se difere também dos modelos de prevenção dominantes mobilizados para discutir os problemas de segurança.

As primeiras abordagens que ainda fazem eco nos modelos de segurança adotados pelas empresas culpabilizam os trabalhadores, considerando-os muito frequentemente como o fator de insegurança por não seguirem o procedimento prescrito, que garantiria um funcionamento seguro (HEIRINCH, 1959; COOPER, 2004). Diversos estudos já apontaram que essa abordagem da culpabilização contribui muito pouco com os projetos de prevenção e com a segurança do sistema (WISNER, 1994; AMALBERTI, 2001; LIMA & ASSUNÇÃO, 2000; MENDES, 2006; ALMEIDA, 2006).

O modelo de análise de barreiras pressupõe a antecipação dos riscos e a construção de barreiras físicas e organizacionais para erros latentes e ativos (HOLLNAGEL, 2004, GHOSH, BHATTACHERJEE, *et al.* 2004). É um modelo sequencial que foca sobre a cadeia de causas dos eventos que conduzem ao acidente, exigindo-se esclarecer o que se passou e quais são os responsáveis (COLLINS & PINCH, 2010). Nossa posição nesta tese é de que nem sempre é possível antecipar os riscos e as barreiras servem como prevenção apenas aos riscos conhecidos. Não se pode tudo prever porque a atividade é singular e variável, mas há que se considerar os fatores de riscos conhecidos e ao reconhecer que não sabemos tudo, projeta-se para dar recursos de enfrentamento do desconhecido. Esta é a ideia baseada no princípio da precaução (LIEBER, 2008), que nos parece mais coerente quando se trata de inovação.

O que propomos é um acompanhamento da introdução do dispositivo durante a fase de implementação e apropriação, de maneira a analisar que novos riscos ele pode estar produzindo e, ao invés de apenas construir barreiras, a proposta é reprojeter o dispositivo de maneira que a situação de risco não exista mais.

Nossa abordagem se inscreve numa perspectiva que visa inicialmente reconhecer os sistemas atuais de trabalho como complexos, imperfeitos, instáveis, incertos e que requerem, portanto, que os trabalhadores participem da gestão de riscos, o que não se passa apenas pela mobilização dos procedimentos prescritos (OWEN, BÉGUIN *et al.* 2009), mas integra a competência desenvolvida, o saber-fazer. O objetivo é, então, o de que compreender como os trabalhadores podem consegui-lo graças à uma práxis, isto é ao desenvolvimento de um mundo profissional (BÉGUIN, 2008). De maneira que,

quando os dispositivos técnicos são implantados, eles encontram maneiras de fazer já experimentadas ou de normas antecedentes (SCHWARTZ, 1997, BÉGUIN, 2007) que facilitem a apropriação do dispositivo pelo trabalhador.

Alguns importantes estudos da área de saúde e segurança buscam enfatizar o papel do trabalho na gestão da segurança e a necessidade de se conceber sistemas mais seguros de forma participativa (BÉGUIN, 2003; DUGUÉ, PETIT, *et al.*, 2010, PUEYO & VOLKOFF, 2011). Mas nesta tese nos apoiaremos mais nos estudos voltados à concepção e inovação, pois são eles que chegam mais perto da conjugação entre o trabalhador e o artefato novo.

A introdução de uma inovação técnica provoca, quase sempre, a transformação dos meios de vida ou de trabalho e, portanto, ela se insere num processo de potencial criativo, bem como de reinterpretações e novas concepções da mesma novidade técnica (BÉGUIN & DUARTE, 2008). A introdução, para ser bem sucedida, precisa favorecer caminhos de ação aos seus usuários.

### **3.2.3 Alguns elementos importantes sobre o conceito de apropriação**

Inúmeros estudos importantes sobre o conceito de apropriação foram realizados, notadamente na França, a fim de pesquisar e demonstrar a importância de se considerar a apropriação como uma etapa do processo de produção, principalmente para garantir o sucesso da inovação (FOLCHER, 2005, ZOUINAR, 2010, BANON, 2011, HARADJI, *et al.*, 2011, THIBAUT, MERLIN, *et al.* 2013). No entanto, estes estudos não se interessaram particularmente pela abordagem da apropriação, no que diz respeito aos dispositivos de prevenção. É nesse ponto que esta pesquisa pretende avançar.

A apropriação pode ser entendida como um processo de duplo movimento entre diversificação e estabilização do uso do artefato, o que é possível de ser reconhecido quando se observa a distância entre o que foi prescrito como uso desse artefato e como ele é realmente utilizado, ou seja, a apropriação se dá na mediação entre o sujeito e o objeto (OLOGEANU-TADDEI & STAIL, 2008a e 2008b).

Ela é ainda parte da atividade de trabalho que se inscreve num processo temporal contínuo durante o qual o usuário (trabalhador) dá uma função ao artefato de maneira a encontrar um sentido ao seu uso (MILLERAND, 2002). O sujeito, seja ele individual ou

coletivo, possui, portanto, um papel ativo e criativo na transformação e usabilidade do artefato.

O sucesso da inovação passa, portanto, pela apropriação dessa novidade técnica pelos operadores. A implantação de um novo dispositivo “reside e resiste” no processo de apropriação que se inscreve numa lógica de desenvolvimento contínuo e inacabado do homem (HARADJI, POIZAT *et al.* 2011).

Neste capítulo objetivou-se explorar o conceito de apropriação à partir de três correntes de pensamento apresentadas a seguir: a da gênese instrumental; a da incorporação; e a da enculturação.

### **3.2.3.1 Apropriação como processo cognitivo (gênese instrumental)**

A questão do instrumento como mediador entre sujeito e objeto está baseada na teoria da atividade iniciada com os trabalhos de Vygotsky. Inúmeras propostas teóricas e estudos empíricos se basearam na ideia de desenvolvimento humano e funcionamento psicológico como fruto de um processo social, como apontam os trabalhos desenvolvidos por Vigotsky e Leontiev (VYGOSTSKY, 1934, LEONTIEV, 1978 *apud* RABARDEL, 1995). Essas teorias defendem que as relações do homem com o meio são mediadas pelo instrumento que é construído social e culturalmente.

Iniciaremos pela conceituação da gênese instrumental desenvolvida por Rabardel (1995) que se apoia nos teóricos do desenvolvimento humano (Piaget, Vigotsky, Leontiev) e defende que antes de ser um instrumento, o objeto é apenas um artefato construído para uma dada função, mas é na relação que o sujeito estabelece com o meio que esse artefato ganhará status de instrumento. Para esse autor o instrumento é uma entidade mista portadora de dois componentes: um físico, chamado de artefato, e um psicológico. O artefato, enquanto componente físico, pode ser desde um conjunto de objetos que formam, por exemplo, um equipamento tecnológico, ou uma simples ferramenta de uso manual, ou mesmo uma parte de um objeto. Já enquanto componente psicológico ele se apoia na noção de *Schème* de Piaget, que seria o esquema de uso que o sujeito incorpora ao objeto compreendendo os objetivos do uso, as situações, os gestos. É na conjugação dos componentes físicos e psicológicos que o artefato se torna instrumento num processo que ele denominou de gênese instrumental (RABARDEL, 2001). Instrumentos

são, portanto, resultantes de um processo de desenvolvimento e não apenas um processo de aprendizagem, no qual o sujeito o transforma realizando adaptações no próprio objeto físico ou na maneira, esquema, de usá-lo. O simples objeto ganha sentido e se torna um instrumento de trabalho, ou seja, ocorre a gênese instrumental.

Como dissemos anteriormente, a abordagem instrumental pensa a apropriação como uma parte do processo de transformação que dará ao artefato o status de instrumento (RABARDEL & WAERN, 2003). A apropriação de um artefato e o projeto do instrumento são resultantes de iniciativas individuais (RABARDEL & BOURMAUD, 2003). Esta abordagem está baseada numa visão de homem e de mundo antropocêntrica que considera os artefatos como objetos a serem transformados pelo trabalho. Os indivíduos usuários do artefato vão ajustá-lo conforme suas necessidades e condições. Eles vão, portanto, desenvolver um conjunto de saberes e práticas sobre o artefato, como por exemplo, quais tarefas esse artefato permite cumprir, ou seja, quais objetivos ele permite atender (FOLCHER & SANDER, 2005).

A abordagem instrumental desenvolvida por Béguin e Rabardel (2000) permite a compreensão do conceito de apropriação, no qual o instrumento é uma entidade composta pelo artefato em ligação com a ação. É da associação de ambos que se constitui o instrumento. Assim, a apropriação recobre duas facetas possíveis: de uma parte, a evolução dos esquemas cognitivos mobilizados pelos trabalhadores em contato com a inovação técnica; de outra parte, a evolução e a diferenciação no artefato introduzido. Esses processos podem se desenvolver em longos períodos que os autores qualificaram como “gênese instrumental” e que se dão a partir da conjugação entre os componentes físicos e psíquicos do artefato, tornando-se instrumento (FOLCHER & RABARDEL, 2004). Nesses processos há um duplo movimento: aquele que está relacionado ao artefato em si e aquele que concerne ao esquema cognitivo (*schème*). A gênese instrumental é, em última análise, o processo pelo qual os sujeitos desenvolvem os instrumentos.

Quando o processo se dá de maneira centrada ou orientada pelo artefato em si, a característica é o enriquecimento que os usuários dão às propriedades do artefato, atribuindo, por exemplo, outras funções ao objeto, segundo a necessidade que encontram no trabalho. Esta fase é resultado de uma transformação do artefato, de um ajuste sobre a ferramenta e da criação de uma nova função a ele (RABARDEL e

FOLCHER, 2004). Ao processo no qual o sujeito adapta o artefato proposto e dá a ele uma nova função Rabardel (1995) chamou de “instrumentalização”.

Quando o processo é sujeito-orientado, ou seja, quando é o plano de ação e o esquema corporal que mudam, o resultado é que os usuários reorganizam seus conceitos, esquemas e o formato de suas atividades (seu conteúdo, modos operatórios, sequências de ações consideradas importantes pelos trabalhadores). É um processo relacionado com o componente psicológico, o uso, os gestos, o formato da atividade, conceitos e esquemas que envolvem a elaboração do instrumento. Os usuários adaptam a atividade e não o artefato, ou desenvolvem novas habilidades segundo a possibilidade de uso que o artefato permite. Essa fase corresponde à constituição e evolução dos sistemas de mediação da ação pelo instrumento, ao que Rabardel (1995) nomeou de “instrumentação”. É a evolução das maneiras de se fazer e de se pensar mobilizadas pelos trabalhadores quando em contato com a novidade técnica; o sujeito enriquece as propriedades do artefato atribuindo outras funções a ele segundo suas necessidades (RABARDEL E FOLCHER, 2004). Esta é a fase da catacrese, quando o artefato pode ser usado para um fim diferente daquele anteriormente previsto e resulta numa transformação do artefato, um ajuste na ferramenta e na criação de uma nova (BÉGUIN E RABARDEL, 2000).

A gênese instrumental articula dois horizontes temporais, o da atividade situada no real e o da atividade futura. Folcher (2003) distingue esses dois tempos, tanto em atividade produtiva, que se refere ao uso e atividade construtiva, a qual se refere à apropriação. Para esta autora, o foco da concepção de um instrumento deve ser facilitar a aprendizagem entre usuários e projetistas. É a evolução e diferenciação do artefato introduzido.

Projetos baseados numa concepção antropocentrada vão considerar os artefatos como baseados no trabalho, numa teoria sobre seu estado (formato, funções, intenção de desempenho) e na natureza e uso do instrumento pelo sujeito.

Mas, a apropriação do instrumento não se restringe a lhe conceder novas funções, a enriquecer suas propriedades ou elaborar esquemas de uso. A apropriação de um instrumento significa sua assimilação corporal e integração num sistema de sentidos e saberes simbólicos anteriores, numa lógica de gênese instrumental, de incorporação e

também de enculturação, pois que é compartilhada dentro do coletivo (LENAY, 2011, THEUREAU, 2011)

### **3.2.3.2 Incorporação**

Outra corrente teórica que nos serve de base para compreender o conceito de apropriação é a desenvolvida por autores cognitivistas que defendem que o modo de funcionamento das tecnologias que participam de nossa atividade cognitiva, seja ela na ação, percepção ou racionalização, é inseparável de sua inscrição no corpo físico. Essa incorporação do instrumento, ou seja, quando seu funcionamento se dá como um componente dos órgãos do nosso corpo vivo, é o que define quando ela está completamente apropriada pelo sujeito usuário. Apropriação é, portanto, a assimilação da ferramenta no corpo (LENAY, STEWART e GAPENNE, 2002, LENAY, THOUVENIN, GUÉNAND, 2007, LENAY, 2011, LENAY, 2012).

Daí depreende-se que há uma importante relação entre a história do gesto e a ferramenta. Os projetistas de produto se preocupam em encontrar a “boa ferramenta” que não permite ao usuário fazer usos desviantes daqueles para os quais ela foi inicialmente projetada (FOLCHER, 2003). Mas na prática, a impressão de que a ferramenta determina o gesto é ilusória, pois na verdade ela é resultado e não a causa de um longo processo de construção (LENAY, 2002, DUEZ, 2009).

A ferramenta, quando projetada, tem apenas um status de objeto atribuído (do francês “*déposé*”), ou seja, pode ser reformulada com a finalidade de otimizar a eficácia da estratégia escolhida para a ação. O uso inicial se dá a partir de percepções tácteis, visuais, ou auditivas quando for o caso. O gesto é consciente e pensado. Ao longo do processo de aprendizado de seu uso, o gesto continuará consciente, mas se torna automatizado, transparente ao sujeito que o incorpora. A ferramenta passa a ter um status então de apreendida (do francês “*saisi*”) (LENAY, 2006).

Não é a ferramenta pura que determina tão simplesmente o gesto. Ela contribui para constituir as ações, mas apenas quando em modo apreendido, quando já transparente ao sujeito. Assim, ao final de um processo mais ou menos longo de aprendizado e incorporação, a ferramenta gera um gesto único. O uso não depende mais da percepção. O instrumento se torna parte do sujeito e constitui sua experiência vivida (LENAY, 2002)

A apropriação do instrumento significa sua assimilação corporal. No entanto, essa entidade técnica pode ser diferenciada ao longo do tempo conforme os diferentes papéis que elas desempenham separadamente. A adoção da ferramenta é também sua integração a um sistema de sentidos, de valores simbólicos, assimilados por individuação e partilhados com o meio (LENAY, 2011; THEUREAU, 2011, ZOUINAR, 2011).

### **3.2.3.3 Enculturação**

Outros autores desenvolveram o conceito de apropriação a partir de um referencial histórico-cultural que em nada se contradiz com as demais correntes já citadas, mas é bastante importante conhecê-lo para ampliação do conceito.

Os conceitos de individuação e objetivação são importantes para compreendermos essa abordagem. Suscintamente, individuação é o processo de constituição do sujeito a partir do contato com o mundo, construindo e transformando a si mesmo. Objetivação é a apropriação que o sujeito faz das características humanas impressas nos diversos elementos da cultura, imprimindo sua marca no contexto social em que se insere através de sua atividade, mediada pelo que é socialmente aceito, construindo e transformando o mundo (ZANELLA, LESSA, DA ROS, 2002).

Theureau (2004) defende a tese do “caráter antropológicamente constitutivo da técnica” para afirmar a tecnicidade originária de toda cognição (ou ação) e de toda humanidade. Ele diz que o meio é constituído por uma memória tecnológica que ultrapassa o simples conjunto de ferramentas e meios, mas que pode ser por vezes interior e outras vezes exterior ao sujeito. A natureza social dos instrumentos é devida às características do artefato que são partilhadas e difundidas nas comunidades e coletividades.

O autor divide a apropriação em três momentos possíveis: 1) integração total ou parcial do instrumento ao sistema de ações naturais e possíveis ao sujeito, que não requerem nem a suspensão da ação já em curso, nem a elaboração de novos gestos ou esquemas; 2) integração de elementos novos ao próprio mundo (dentro do que sua organização lhe permite), e às vezes ao próprio corpo; 3) integração total ou parcial do objeto à cultura própria do ator mais, eventualmente, transformações no objeto e sempre num processo de individuação, isto é, processos que consideram a gênese de um indivíduo e de suas características definitivas (THEUREAU, 2011).

A apropriação é cultural na medida em que se dá a partir de um sistema de saberes simbólicos (formas simbólicas, cultura num senso restrito, linguagem, formalismos) tanto para o sujeito em face do objeto como para os outros. A dinâmica evolutiva do instrumento é, portanto, social e coletiva. E há ainda um movimento de partilhar o que foi herdado e/ou construído e/ou transformado que é correlativo ao desenvolvimento de processos de apropriação em nível individual e coletivo (THEUREAU, 2004 e THEUREAU, 2011).

Esse autor usa o termo apropriação mútua para caracterizar as interações entre as diversas organizações que introduzem a mesma inovação. Ele vai além do ponto de vista “micro” do processo que concerne à apropriação apenas em relação ao sujeito em face do objeto, ou do sujeito e a organização em que está inserido, para a apropriação que as diversas organizações fazem da tecnologia, sejam elas as usuárias ou aquelas que desenvolvem as tecnologias (THEUREAU, 2011).

Em suma, o que se pretendeu discorrer nesta introdução foi a contribuição do já estudado sobre a apropriação para, então, se pensar como essa abordagem pode ainda contribuir com a prevenção.

Em síntese, as principais contribuições da abordagem da apropriação são:

- a) Para que seja eficaz a implantação de uma novidade técnica em seu espaço, ela deve encontrar pontos de ancoragem em um meio cultural, cognitivo e social que lhe seja favorável, e que possa ser recolocada em movimento pelo objeto técnico (BÉGUIN, 2004)
- b) Apropriação recobre várias facetas possíveis: de uma parte, a evolução das maneiras de fazer e de pensar mobilizadas pelos trabalhadores em contato com a novidade técnica; de outra parte, a evolução e a diferenciação do artefato introduzido;
- c) A apropriação ocorre quando o artefato ganha uma inscrição no corpo do usuário de tal maneira que os gestos durante o uso se tornam transparentes (automatizados) ao usuário;
- d) Para se ter apropriação efetiva é preciso que o artefato ganhe sentido e inscrição simbólica em toda comunidade usuária;

- e) Ao longo do tempo pode se desenvolver a gênese profissional que concerne ao desenvolvimento de certos instrumentos (entidade composta pelo artefato e pelos componentes ligados à ação), mas também competências e conceptualizações.

Estes trabalhos são bastante importantes para se compreender como se dá a apropriação pelo operador em face do instrumento. Para as correntes que estudam concepção de novas ferramentas de trabalho, novos equipamentos e novos sistemas de produção eles são essenciais e atendem à demanda para se compreender como se dá o uso pelo usuário final do instrumento. No entanto, essas teorias param nesse ponto. Contudo, para se pensar a apropriação para a prevenção, é preciso ir além. A prevenção não se faz apenas pelo fator humano, ela é sistêmica. É preciso pensar, portanto, a apropriação por meio de uma abordagem sistêmica, principalmente quando se tratar de um dispositivo de prevenção inovador e especialmente quando ele surge para atender a uma norma.

Tal constatação nos obriga a rever as abordagens em saúde e segurança praticadas pelas empresas e organismos de estado e nos conduz a refletir também sobre os processos de concepção de inovação e como eles podem ser facilitados pelos agentes quando se trata de conceber para a prevenção.

### **3.3 Impactos sobre a saúde e a segurança**

#### **3.3.1 Saúde**

A aceção comum que se fazia sobre a saúde, conforme afirmaram Laville et Volkoff (1993), era dada pelas ausências de: patologias, deficiências, restrições à vida social e miséria econômica. Essa noção de saúde a partir das ausências configurou os caminhos dos estudos em epidemiologia que buscaram a ligação entre uma causa e um efeito para as doenças e a prevenção sobre o controle das causas.

Retomando a questão das normas, elas são fundadas sobre dimensões físicas que são possíveis de serem demonstradas através de estudos epidemiológicos. Propomos neste capítulo avançar na compreensão dos modelos de saúde em sua relação com o trabalho e modelos de prevenção em saúde praticados no Brasil.

### 3.3.1.1 Saúde e trabalho

O conceito de saúde mais atual e amplamente conhecido, definido pela OMS, afirma que “saúde é um estado de completo bem-estar físico, mental e social e não somente ausência de afecções e enfermidades”. Recebeu inúmeras críticas ao longo dos anos pelo seu caráter idealista e utópico ou inatingível. Outros autores ressaltaram que essa definição é particularmente interessante por sublinhar que não se trata apenas de ausência de patologia mas de bem-estar e dimensões que não são apenas biológicas ou físicas mas também sociais e mentais.

Na carta de Ottawa pela promoção da saúde (1986), encontramos a compreensão de saúde como a medida em que um grupo ou um indivíduo podem realizar suas ambições e satisfazer suas necessidades evoluindo e se adaptando ao meio. O desenvolvimento de uma afecção influencia a capacidade do indivíduo enquanto membro participante de um grupo interdependente.

Esse conceito nos permite reter a saúde como uma construção dinâmica em que os eventos vividos sejam produtores de sentidos e construtores de uma história (DAVEZIES, 1993). Para Dejours (2003) a saúde é ter meios de construir um caminho próprio e pessoal. Este autor defende que não há trabalho sem sofrimento, mas é possível que sob certas condições e circunstâncias o trabalho permita que o sujeito construa seu próprio caminho e assim ele seja um promotor de saúde.

Daniellou & Davezies (2006) contribuem para o entendimento sobre o conceito de saúde no trabalho afirmando que a saúde é objeto de uma construção individual mas num contexto que é social e o trabalho pode favoreça-la ao ser vivido e reconhecido como uma marca da história do indivíduo.

O trabalho tem status, portanto, de promotor do bem-estar físico, mental e social dos trabalhadores. Isto significa considerar a atividade como lugar de integração entre restrições e constrangimentos do trabalho e da saúde.

Tais entendimentos sobre o que é saúde convoca novas abordagens para a prevenção. A trajetória de ampliação do conceito de saúde não mais como ausência de doença, mas como uma construção dinâmica e social se refletiu também na trajetória das práticas de prevenção.

### 3.3.1.2 Modelos de Prevenção

Nos séculos XVIII e XIX ocorreu o advento da Saúde Pública/ Medicina Preventiva, por pressões decorrentes da revolução industrial sobre a saúde dos trabalhadores das fábricas, que consideravam função do Estado proteger a saúde dos cidadãos (ROSEN, 1994). No entanto, a medicina da força de trabalho, do operário não foi o primeiro alvo da medicina social, mas o último. Surge uma medicina focada no controle da saúde do corpo das classes mais pobres para torná-las mais aptas ao trabalho e menos perigosas às classes mais ricas (FOUCAULT, 1979). Essa medicina do controle objetiva adestrar e disciplinar o trabalhador, tomando-o como objeto e instrumento do seu exercício de poder (FOUCAULT, 1987).

O Estado Capitalista passa a se interessar pelo retorno financeiro do investimento na prevenção de doenças associadas ao trabalho. São criados departamentos médicos nas empresas para minimizar prejuízos decorrentes de afastamentos e absenteísmo dos empregados, assim surgiu a Saúde Ocupacional como estratégia e instrumento de poder e controle dos trabalhadores, baseada no fazer cumprir normas, regras e procedimentos. Esse modelo de saúde ocupacional é o encontrado dentro das empresas e escritórios de consultoria em medicina e segurança ocupacional ainda hoje.

No Brasil, na década de 1980, ocorreram mudanças na política de saúde, consolidando-se na VIII Conferência Nacional de Saúde a proposta de criação do Sistema Único de Saúde (SUS), com atribuição de coordenar ações de saúde entendida como direito social e de cidadania que englobam a saúde dos trabalhadores.

O novo modelo denominado Saúde do Trabalhador inclui a promoção, a prevenção e a assistência ao trabalhador, que passa a ser considerado individual e coletivamente como sujeito de um processo de mudança (LACAZ, 1996).

Houve um importante crescimento nos últimos 25 anos dos serviços direcionados à saúde do trabalhador, apesar da escassez de recursos materiais e profissionais para essa atividade e do atraso na implantação de políticas efetivas (LACAZ, 2010; COSTA, LACAZ, JACKSON-FILHO *et al.*, 2013).

Atualmente, se encontram no interior das empresas modelos de atenção de saúde ocupacional que continuam baseados em medidas de controle de normas, regras e

procedimentos. Nos serviços públicos de saúde do trabalhador, as estratégias de vigilância, promoção, prevenção, assistência e reabilitação ainda não são adotadas em todos os já existentes.

As estratégias de prevenção adotadas em ambos os modelos citados ainda estão voltadas para a observância às normas regulamentadoras que, embora importantes, pois apontam os macrodeterminantes de acidentes ou doenças no trabalho, são insuficientes porque não buscam possíveis explicações que estão presentes na singularidade da relação do sujeito com a situação de trabalho, seus determinantes e condicionantes como preconiza a ergonomia francesa (VILELA, ALMEIDA *et al.* 2012).

Fazer prevenção em saúde do trabalhador é considerar a atividade de trabalho como integradora dos constrangimentos de trabalho e da saúde. Através de análise aprofundada e sistemática da atividade é possível identificar as fontes de riscos e também compreender como os trabalhadores fazem a gestão ou não desses riscos no dia a dia e contribuem com a produção (LAVILLE, 1998). Ou seja, é preciso considerar que os trabalhadores não são passivos nesse ambiente de trabalho e contribuem para fazer a segurança (OWEN, BÉGUIN *et al.*, 2009).

As evoluções no conceito de saúde obrigaram a uma evolução no conceito de prevenção e, mesmo que o desenvolvimento das novas práticas de prevenção ocorra com dificuldades e ainda muito atados às normatizações, é possível identificar também a evolução na compreensão sobre segurança no trabalho, cuja trajetória é bem parecida com a prevenção em saúde.

### **3.3.2 Segurança**

Aspecto importante para se pensar segurança é o conceito de perigo e risco. Perigo pode ser entendido, conforme diretriz europeia, como a propriedade de poder provocar danos à saúde ou ambiente que é inerente a uma substância ou situação física (COMMISSION EUROPEENNE, 1997). Já o risco está relacionado à probabilidade de ocorrência do dano (GRAYHAM, 1999 *apud* GARRIGOU, 2011).

Garrigou (2011) explica que essas definições de perigo e risco se baseiam na noção de ocorrência. O risco pode, portanto, ser medido pela probabilidade de que ele ocorra,

pela sua gravidade e aceitabilidade, ou seja, o que se deve evitar é a exposição a um risco, mas não à situação que possua um perigo intrínseco.

Utilizando como exemplo o que foi estudado nesta tese, o ambiente da indústria de granito é perigoso, pois a substância sílica é um componente mineral do granito. A exposição à poeira de sílica é um risco à saúde do trabalhador. Portanto, não precisa ser evitado o trabalhar em mineração de granito (perigo), mas sim, a exposição à poeira (risco).

As abordagens de saúde ocupacional e saúde do trabalhador pensam a prevenção com base em dados epidemiológicos e de estudos sobre limites de exposição que buscam medir os níveis de exposição a condições de trabalho deletérias e elaboram normas regulamentadoras para controlar e monitorar essa exposição. Salienta-se novamente o mérito da epidemiologia na identificação dos fatores de risco e sua relação com o adoecimento. Já no campo da segurança a herança é a das abordagens probabilísticas e estatísticas que explicam a ocorrência dos eventos baseadas no pareamento entre causa e efeito, frequência e gravidade, e a prática de controle dos eventos é novamente a normatização.

Essas abordagens se baseiam na premissa de que os trabalhadores são herdeiros de um sistema degradado, com defeitos, mal concebido, com instalações precárias ou malfeitas, manutenções deficientes, e que a prevenção deve se basear na descoberta e neutralizações dos “erros latentes” (REASON, 1990).

Percebe-se aí outro tipo de crença racional na eficácia das normas para a prevenção de acidentes, como se o funcionamento das máquinas não se devesse à interferência humana. Sabemos que o trabalho real consiste em gerir as variabilidades quotidianamente. *“As máquinas só ‘funcionam bem’ graças à ‘generosidade’ dos homens que pavimentam o seu caminho”* (LIMA, 2005 p.9).

A segurança concreta é mais resultante de habilidades individuais e coletivas de trabalhadores que gerem o risco em tempo real (SIX, 1999). Eles devem interpretar esses procedimentos dentro de um conjunto de ações e circunstâncias que escapam às normas: não é resultante da obediência às regras, mas dos *insights* no contexto de situações que demandam certas ações. Nesse sentido, é necessário entender a distância

existente entre prescrições e atividade e que sejam criadas condições para que as habilidades dos operadores nas adaptações possam se desenvolver (DEKKER, 2003).

Esses autores consideram que o ambiente de trabalho diário é inerentemente imperfeito mesmo quando o sistema não está em modo degradado de funcionamento. Os sistemas e as tecnologias muitas vezes são falíveis. O foco da gestão de segurança precisa ser mudado para se obter uma visão mais holística do trabalho humano (BÉGUIN, OWEN *et al.*, 2009). É preciso deslocar o foco dos erros, da dinâmica dos sistemas e suas vulnerabilidades para a atividade de trabalho. Quando se fala de atividade, o acento é colocado sobre a pessoa, como ator humano e não tanto como fator humano (WEILL-FASSINA, 1993). A premissa é de que os trabalhadores não ficam passivos diante dos riscos e contribuem ativamente na mitigação deles (DE LA GARZA e WEILL-FASSINA, 2000; WEILL-FASSINA, 2003; OWEN, BÉGUIN *et al.*, 2009; CAROLY, 2011).

A gestão do risco recobre processos de diagnóstico, previsão, antecipação, controle e recuperação (DE LA GARZA, WEILL-FASSINA, 2000), que os trabalhadores fazem em tempo real, ao longo de toda a jornada diária de trabalho. As autoras defendem que a gestão dos riscos é feita através de regulações verticais e horizontais. As verticais são as relacionadas aos objetivos da empresa (produção, evitando riscos maiores e maus funcionamentos), as regras (tarefas prescritas ou esperadas), as ferramentas disponíveis e suas regras de utilização. As horizontais remetem às regulações operativas desenvolvidas na execução efetiva do trabalho e ocorrem a partir da construção de compromissos com a tarefa, ajustes necessários num contexto de perturbações e gestão do tempo. A gestão horizontal só é possível na interação com a vertical, seja como complementaridade, modificações ou antagonismos (DE LA GARZA, 1999; GUYOT-DELACROIX, 1999). Mas a horizontal é mais dinâmica e responde em curto prazo aos perigos do trabalho, ela se atualiza em tempo real, no curso de cada intervenção, se modifica e evolui segundo as circunstâncias e exigências do trabalho.

Terssac e Lompré (1996) caracterizam as atitudes dos operadores na mitigação dos riscos como sendo regulações quentes e frias. Denominaram regulações quentes aquelas que ocorrem na urgência e tomada de decisão no coração da ação. Essas alternativas de regular o meio podem ser posteriormente apreendidas pelo coletivo de trabalho se for considerado pertinente para a atividade, implementando assim novos procedimentos não

previstos. Regulações frias ocorrem no espaço de debate no seio da organização quando for discutido o que foi feito durante uma urgência (regulação quente). Tal discussão deve ser feita envolvendo vários *métiers*, diferentes pontos de vista e diferentes hierarquias. Ocorre então uma circulação entre as regulações quentes e frias para reescrevê-las.

Tanto as regulações quentes e frias de Terssac e Lompré quanto as regulações verticais de horizontais de La Garza e Weill-Fassina tratam a gestão do risco na dimensão coletiva e no seio da atividade real e colocam em questão a segurança baseada em regras, face às incertezas e variabilidades.

Estudos mais recentes defendem a noção de articulação entre a segurança normatizada e a segurança em ação (*sécurité réglée* e *sécurité gerée* nos originais em francês) (DANIELLOU, SIMARD ET AL., 2009).

A normatizada é a noção de segurança baseada nas normas e regras cujo objetivo deve ser o de “*definir e prever respostas pertinentes a cenários antecipáveis*” (DANIELLOU, SIMARD et al., 2009, p. 68) de maneira a controlar ou suprimir riscos através de barreiras defensivas que possam prevenir ou limitar as consequências de um evento indesejado. A realidade do mundo do trabalho mostra que a supressão do risco ou a meta risco zero é muito rara ou inexistente e as barreiras podem ser feitas de maneira a substituir um risco cujo potencial de danos é muito alto por outro menor (CUVELIER, 2011).

Já a segurança em ação é aquela desenvolvida pelos trabalhadores no curso de suas atividades. Ela desempenha um papel essencial na gestão dos riscos ao identificá-los, lidar com as incertezas, variabilidades, eventos indesejados e controlá-los de maneira a garantir o curso da produção.

O ponto em comum e relevante destes estudos é a constatação de que os conhecimentos científicos, tecnológicos e organizacionais são fundamentais porque permitem antecipar as situações de trabalho, mesmo que de maneira limitada àquilo que já é conhecido, Já o conhecimento do específico, das variabilidades, que está incorporado na história dos coletivos é fundamental porque permite precauções e cuidados nas situações de trabalho. O primeiro tem a capacidade de prever e tentar controlar as situações de risco, baseado

nessas previsões, o outro tem a capacidade de perceber e tentar controlar o risco no momento da ocorrência.

Esta tese pretende demonstrar que, inicialmente, a gestão do risco de silicose foi pensada apenas do ponto de vista da norma e do risco sobre a saúde e não para a segurança, sem considerar seus impactos para a atividade e o sistema e sem, nem mesmo, apontar caminhos para essa solução. Diante da inexistência de meios para alcançar esse objetivo, uma inovação se fez necessária. Era preciso conceber um sistema que pudesse funcionar com água, era preciso um projeto de concepção para a prevenção da silicose.

### **3.3.2.1 Inter-relações entre inovação e segurança**

Alguns estudos que abordam as inter-relações entre inovação e segurança mostraram situações em que a inovação provocou conflitos e impedimentos às atividades gerando novos riscos e acidentes (VAUGHAN, 1996; DWYER, 2006; FONSECA, 2007; FARIA, 2008; COLINS & PINCH, 2010; NORROS E NUUTINEN, 2009). Estes estudos indicaram que alterações técnicas e/ou organizacionais cujas finalidades eram a prevenção, paradoxalmente, acabaram por provocar distúrbios na atividade dos trabalhadores, criando outros riscos.

Retomando os conceitos de saúde nos atemos à definição de Canguilhem (2006) que compreende a saúde como a capacidade de se adaptar a um ambiente que está em constante evolução de maneira a manter sua capacidade vital, mas também aproveitando as novas oportunidades para seu próprio desenvolvimento. Esta definição nos parece bastante interessante por trazer a questão das evoluções, inovações e desenvolvimento do sujeito. Ela traz um desafio para quem concebe sistemas de prevenção que é o de considerar o sujeito usuário como aquele que também se beneficia da inovação para seu próprio desenvolvimento.

O ponto de vista que esta tese pretende enfatizar é o de se considerar que a concepção e a introdução de sistemas de prevenção inovadores são desafios não só para aqueles que concebem as normas, mas também para as empresas, os pesquisadores e os trabalhadores. Desafio no sentido de que a inovação não traga novos riscos ao modificar

a atividade de trabalho, mas também para que as inovações contribuam, ao contrário, com o desenvolvimento de melhorias na atividade no decorrer do tempo.

### **3.3.3 Concepção para a prevenção**

A ideia norteadora deste capítulo é a de que conceber para a prevenção implica na necessidade de pensar a concepção a partir do conhecimento que se tem sobre as condições nas quais é possível conceber e as condições nas quais a atividade de trabalho se realiza (SIX, 1999).

Em pesquisa realizada por Lamonde, F., Richard, J, *et al.* (2009), os autores demonstraram que consultar os agentes de prevenção, ergonomistas ou trabalhadores não é prática usual dos engenheiros projetistas que se prendem a uma ideia de comportamento provável do usuário.

Iniciaremos por ponderações sobre o que é atividade de trabalho para em seguida refletirmos sobre concepção.

#### **3.3.3.1 A atividade como foco**

Se for válido afirmar que o homem, longe de ser o elo fraco do sistema, é, sim, aquele que garante sua continuidade com segurança através de regulações e estratégias, se quisermos que as pessoas operem positivamente dentro do contexto de trabalho, é preciso oferecer condições para se expandir o repertório de recursos disponíveis, garantir o desenvolvimento do mundo profissional (BÉGUIN, 2004)

Essa constatação nos remete a pensar condições que favoreçam esse desenvolvimento. A prevenção, atualmente, entende o operador como seu alvo, mas não como ator no centro da gestão de riscos. Tudo que o trabalhador mobiliza no curso da ação para dar conta de manter a produção, cumprir uma tarefa penosa, garantir o respeito aos prazos e preservar a saúde tende a ser ignorado nos programas de prevenção dentro das empresas e, também, das vistorias que os serviços públicos de vigilância realizam. Trata-se, portanto, também, de dar condições e garantir a possibilidade de agir dos profissionais da prevenção que, na sua maior parte, estão desamparados ou em dificuldade para responder concretamente aos objetivos da saúde no trabalho (GARRIGOU, 2011).

As práticas usuais de prevenção, como dito anteriormente, estão muito mais voltadas ao diagnóstico e estabelecimento de medidas de correção e controle do que a um verdadeiro projeto de concepção para a prevenção. Elas são essencialmente técnicas e regulamentares (SIX, 1999).

É preciso que sejam consideradas as necessidades dos indivíduos que são afetados com a introdução de novas tecnologias no trabalho. De certa forma, os esforços dos trabalhadores em direção à mitigação dos riscos também são os que mostram as vulnerabilidades do sistema. No entanto, modelos clássicos de engenharia apresentam a tendência de pouco considerarem racionalidades e saberes por parte dos que farão uso da nova tecnologia. Esta, por sua vez, poderá implicar em dificuldades para a atividade real, porque novas tecnologias trazem necessidade de mudanças nos padrões pré-estabelecidos (QUINTANILLA, 1988; BÉGUIN e DUARTE, 2008).

Theureau e Pinsky (1984) nomearam como o paradoxo da ergonomia de concepção o fato de que a situação de inovação implica em desconhecimentos sobre seu real funcionamento. O paradoxo é que a ergonomia estuda a situação real, mas a concepção pensa sobre uma atividade que ainda não existe. Como então prever que tipos de novos riscos a inovação pode provocar?

Em se tratando de inserção de novas tecnologias, os ergonomistas recomendam que a organização seja mais flexível, para que o trabalhador possa dar respostas adequadas às variações que surgirem no decorrer do trabalho (ABRAHÃO & TORRES, 2004). Contudo, projetar tecnologias e sistemas sócio-técnicos flexíveis é um desafio, porque devem incorporar a liberdade para o trabalhador fazer suas regulações e lidar com as variabilidades (BÉGUIN, 2008). Desafio este, que visa quebrar a relação com a “tradição taylorista de separação entre concepção e execução” (DUARTE, 2002 p.14).

Abordagens sociais sobre a prevenção de riscos indicam o caminho da intervenção participativa que considera envolver os atores da empresa no projeto de concepção (GARRIGOU, DANIELLOU, *et al.*, 1995) e atentar para as questões da organização, ou do sistema, no processo de transformação (CARBALLEDA, BÉGUIN, *et al.*, 1997). Faz-se aqui uma passagem da noção de risco para a noção de situação onde pode aparecer riscos ligados à configuração de diferentes elementos do sistema (SIX, 1999)

Metodologicamente, os momentos de inovação são proveitosos porque permitem revelar processos de ajuste antes que eles se cristalizem. Tais momentos devem estar presentes na concepção e durante o uso, entendendo concepção como “processo de desenvolvimento conjunto do artefato e da forma de ação” (BÉGUIN, 2008 p. 81).

É preciso que haja o encontro entre engenheiros que projetam as situações e trabalhadores que gerem as situações. A participação destes atores através de debates, explicitação dos problemas enfrentados na rotina de trabalho e o envolvimento deles na resolução desses conflitos deve ser garantida e efetiva para se ter prevenção eficaz, mesmo se, por vezes, nem tudo possa ser resolvido (VILELA *et al*, 2007).

Os trabalhadores devem ser considerados como aqueles que continuarão o processo de concepção e são eles que terminarão o projeto durante a fase de apropriação, em que realizarão adaptações conforme suas necessidades. A concepção deve ser conduzida de maneira a garantir o espaço de ação dos operadores/ usuários da inovação. O conhecimento, as adaptações, as novas demandas que surgem ao sistema a partir do uso pelos trabalhadores devem ser legitimados e deve-se considerar a necessidade de reprojeter quando essas novas adaptações representarem novos riscos que não haviam sido previstos. É preciso reprojeter até o momento em que o novo artefato se torne um instrumento mediador eficaz e pertinente para a atividade do sujeito (BÉGUIN e DUARTE, 2008).

Poizat, Haradji *et al.* (2011), defendem a necessidade de se conceber para a apropriação o que implica na escolha da articulação entre critérios de proteção e prevenção, aceitabilidade social e cultural, ajuda individual e coletiva e eficácia. Essa abordagem postula que durante o processo de apropriação o trabalho pode enriquecer-se a partir da introdução de dispositivos técnicos inovadores. Ela dá um lugar central aos trabalhadores e as suas ações, explorando as condições favoráveis à sua expressão e desenvolvimento pessoal.

Para a análise da apropriação dos dispositivos de prevenção, o que se visa é a compreensão dos caminhos metodológicos mais favoráveis para questionar as dinâmicas de sua concepção e elucidá-los, ao contrário dos modelos clássicos de engenharia e de prevenção que distinguem concepção e execução (DUARTE 2002; PUEYO & VOLKOFF, 2011).

A distância, ou o desencontro entre projetistas e executores, é grande e está enraizada na história do trabalho. As relações sociais de produção estabelecem duas formas de racionalidade: uma voltada para modelos abstratos, das normas e regras; outra voltada para a atividade, esta segunda, mais intuitiva. Essas racionalidades, por vezes se opõem. É a diferença entre o controle de variações, praticada pelos engenheiros, e a regulação das variabilidades, praticada pelos trabalhadores (LIMA, 2005).

Enquanto não houver uma aproximação possível desses modos de enfrentamento dos riscos, o sistema terá vulnerabilidades e será difícil conceber, garantir e atuar num trabalho seguro.

Na França em 1982, surgiu a lei Auroux que concede aos sindicatos o direito de investigar as situações de trabalho quando surge uma nova tecnologia, partindo do pressuposto que inovações podem trazer riscos à segurança. No Brasil, essa realidade ainda está longe de ser alcançada, mas acredito que as pesquisas podem contribuir para mudarmos esse cenário. Os estudos de Tom Dwyer (2006) sobre a lâmpada de Davy nas minerações; a dissertação de mestrado de Eduardo Fonseca (2007) sobre a inovação na construção civil e os conflitos que elas produziram nos modos operatórios dos trabalhadores; e a dissertação de mestrado de Mario P. Faria (2008) sobre a inovação para batimento de choco em mineração de ouro, que diminuiu a exposição do trabalhador afastando-o dos locais de risco de desabamento, mas que por outro lado, criou outros novos riscos; são exemplos do que o conhecimento acadêmico tem a contribuir com esta questão. Acreditamos que a presente tese possa ser mais um exemplo.

### **3.3.3.2 Concepção: aprendizado mútuo e encontro entre os mundos**

Alguns autores publicaram artigos que, além de apresentar os conceitos teóricos sobre concepção, também explicitam detalhadamente a metodologia de projetos de concepção (GROSJEAN e NEBOIT, 2000, BÉGUIN, 2010, DANIELLOU, SIMARD, *et. al.*, 2009). Nesta tese apresentamos os principais aspectos que não podem ser negligenciados, especialmente quando se trata de concepção para a prevenção.

Os modelos de concepção são baseados em orientações principais e distintas (Béguin, 2008): cristalização, plasticidade e desenvolvimento.

A **crystalização** é baseada nas características de funcionamento do homem. Representa-se como será utilizado o artefato, por exemplo como será o uso de uma mesa em determinado país, que é diferente do uso em outros países. Parte-se de um modelo pronto que o projetista tem sobre o trabalho e sobre os trabalhadores. Béguin define cristalização como um conjunto de elementos ideais que deve constituir o artefato e que restringem e orientam o uso, sem, no entanto, determiná-lo.

Duarte e Lima (2012) alertam que os modelos de projeto que partem de uma visão cristalizada de homem e de uso de artefato negligencia a necessidade de se incluir na concepção o conhecimento dos trabalhadores e suas experiências de uso, o que pode acarretar em inadequações do projeto.

A **plasticidade** tem enfoque na margem de manobra. Dado que as situações reais de trabalho sempre terão dificuldades, singularidades, particularidades é preciso conceber sistemas flexíveis que permitam aos operadores atingirem os objetivos da produção sem terem problemas de saúde.

É preciso possibilitar diferentes maneiras de fazer. Isso conduz a uma forma de simulação bem específica que é a de colocar no processo de concepção as variabilidades sobre as quais os operadores terão que agir. Uma unidade de análise utilizada nesses casos é a chamada de situação de ação característica. Constrói-se cenários das situações para pensar margens de manobra.

O **desenvolvimento** tem enfoque nos sistemas de aprendizado mútuo. O resultado do trabalho dos projetistas gera um aprendizado dos operadores e a aprendizagem dos operadores é uma fonte para o trabalho dos projetistas.

A situação de simulação, os objetos intermediários, os planos são importantes, mas são apenas um recurso para promover o aprendizado e encontro dentre os mundos. O que é central nessa teoria são as interações entre usuários e projetistas.

Nesta tese, apoiamo-nos no modelo de desenvolvimento. Então, conceber para a prevenção não é atentar-se para saber se o projeto cabe na ideia de homem e mundo que tenho cristalizada, não é preocupar-se em conceber sistemas plásticos que possuam boa margem de manobra, mas sim, possibilitar o desenvolvimento da concepção a partir da troca e aprendizagem entre operadores e projetistas.

### 3.3.3.2.1 Caminhos para um método de intervenção em concepção

Primeiramente, é importante distinguir dois grupos principais de atores que devem compor as equipes de concepção de projeto: o da gestão de contratos (*Maîtrise d'ouvrage*) e a gestão de execução de projeto (*Maîtrise d'oeuvre*).

A gestão de contratos é encarregada de definir objetivos, controlar os resultados, fazer a demanda e contratar a execução do projeto. Representar a produção, a manutenção, os recursos humanos, a qualidade, o ambiente, a segurança, sendo composta por representantes dessas áreas, mas possuindo um responsável (geralmente o diretor da unidade).

A gestão de execução é encarregada dos estudos, definição de soluções e do acompanhamento da realização do projeto, interagindo regularmente com o chefe da gestão de contratos.

A tendência é de se cair na prescrição do que cada representante deve fazer. É preciso, ao contrário, dar voz ao conhecimento de cada um deles. O processo de concepção é, antes de tudo, um processo de aprendizagem cruzada (HATCHUEL, 1996), e de encontro de diferentes mundos (BÉGUIN, 2004). É, portanto, momento de desenvolvimento do “mundo comum” num processo de aprendizagem mútua em que as representações sobre o próprio trabalho e o trabalho do outro são colocadas em evidência, momento em que trabalhadores passarão a compreender as lógicas do mundo profissional dos engenheiros e técnicos, e estes passarão a conhecer o mundo profissional dos trabalhadores, suas atividades, o trabalho real.

Outro ponto fundamental é a articulação entre gestão de contratos e de execução dos projetos que deve ocorrer num processo contínuo e permanente entre uma vontade política relativa ao futuro (gestão de contratos) e a experiência de viabilidade (gestão de execução do projeto) (DANIELLOU, SIMARD, *et. al.*, 2009).

Aqui nos interessa refletir sobre o papel dos profissionais de prevenção. Estes devem ocupar um espaço nos grupos de contrato e/ou de execução com a função de antecipação dos riscos conhecidos e de associação dos atores, facilitando a troca de informações e diálogos entre os diferentes pontos de vista, mas também explicitando o real da atividade que uma análise aprofundada lhes permite conhecer.

A metodologia da análise ergonômica do trabalho pode ser ponto chave para legitimar e dar objetividade à atividade dos usuários da inovação. Uma análise sistemática e detalhada pode servir de mediadora para o aprendizado mútuo e facilitar a participação digna do trabalhador e do encontro entre os mundos e a construção de um mundo comum na comunidade da empresa.

### **3.3.3.2 Conceito de mundo profissional e de mundo comum**

Béguin (2010) define mundo profissional como as maneiras de pensar, de fazer e de viver de um sujeito em situação de trabalho, as coordenadas que ele traça num caminho profissional que é próprio. Por ser próprio de cada sujeito, uma mesma situação de trabalho comporta uma diversidade de mundos profissionais possíveis, o que na visão do autor, é até mesmo necessário.

O autor defende que o ponto de vista tem como pano de fundo toda a história profissional do sujeito, suas experiências, conceptualizações, etc. A esse conhecimento formado historicamente e socialmente o autor deu o nome de mundo.

A questão é que, embora as diferenças de mundo sejam até mesmo necessárias, elas não podem ser deixadas desarticuladas. É preciso favorecer o encontro entre os mundos e a formação de um mundo comum. Isto não é um processo de recepção passiva, mas um ato criativo (BÉGUIN, 2004). O encontro entre mundos não é um simples confronto de pontos de vista, é um sistema de aprendizado com várias entradas, cujas contradições são condição de impulso para o desenvolvimento.

O processo de aprendizado mútuo é cíclico e essencial para a criatividade de projetistas e usuários. Só será atingido se baseado nas diferentes qualificações e expertises dos atores (BÉGUIN, 2009). Deve ser entendido como um encontro dos diferentes mundos e da construção de um mundo comum, ao menos no que tange o entorno da inovação a ser concebida.

Durante a fase de apropriação do dispositivo de segurança inovador, o usuário/trabalhador fará adaptações nas condições e recursos disponíveis na situação para o seu próprio mundo (instrumentalização) ou vai adaptar seu próprio mundo à situação (instrumentação). Este é um momento, portanto, muito oportuno de revelação

dos mundos dos usuários, dos esquemas adotam no uso do artefato, das competências que mobilizam, com que objetivos e com quais metas.

Esta é uma reflexão importante para o mundo da prevenção em saúde e segurança no trabalho. Muito pouco ou nada tem sido feito pelos agentes de prevenção nas fases de concepção, mesmo quando o que será concebido objetiva cumprir uma norma de segurança. Os casos apresentados nesta tese são exemplos de como um projeto para a prevenção que levasse em consideração a atividade de trabalho dos usuários do novo dispositivo, o potencial de novos riscos e as mudanças no artefato e no sistema durante fase de apropriação, poderia ter evitado várias desordens, novos riscos e alguns acidentes.

#### **4. Método**

**Época do estudo:** Junho a Dezembro de 2010 e Agosto de 2011

Esta pesquisa de doutorado ocorreu em paralelo ao projeto de pesquisa sobre condições de trabalho e acidentes em convênio entre o Ministério de Minas e Energia e a Universidade Federal de Belo Horizonte, sob a coordenação do Prof. Dr. Francisco de Paula Antunes Lima.

A ideia de pesquisa do doutorado era inicialmente analisar os acidentes de trabalho e adoecimento no setor mineral, o que casava com os objetivos do projeto do MME. Essa etapa do estudo ocorreu de junho a dezembro de 2010. Ao longo das análises mostrou-se importante compreender como se deu o processo de inserção do controle de poeira pela umidificação, uma vez que ela aparecia na origem de alguns acidentes. Esta nova etapa do estudo, não mais se deu em conjunto com o MME e a UFMG, e ocorreu no período de janeiro a agosto de 2011.

#### **Local do estudo**

O estudo foi desenvolvido em seis empresas de extração e de beneficiamento de granito localizadas no estado do Espírito Santo (ES), que é o principal produtor desse material. Destas, duas empresas de beneficiamento na capital Vitória; uma de extração na região norte do estado, no município de Barra do São Francisco; uma de extração e uma de beneficiamento ainda na região norte, no município de Nova Venécia; e uma de extração na região sul, município de Cachoeiro do Itapemirim. Das seis empresas que participaram, duas fazem exclusivamente extração de granito, duas fazem extração e beneficiamento de granito e duas, exclusivamente beneficiamento de granito.

Elas foram nomeadas nesta pesquisa de maneira a resguardar o sigilo de sua identificação e classificadas conforme o número de trabalhadores:

- Extragran - empresa de grande porte ligada à extração (mais de 100 trabalhadores distribuídos em sete frentes de extração). Possui unidade de extração e unidade de beneficiamento de granito que estão localizadas em municípios diferentes. A pesquisa foi realizada apenas na unidade de extração.

- Extramed - empresa de médio porte que realiza exclusivamente a extração de granito (mais de 50 e menos de 100 trabalhadores, distribuídos em até cinco frentes de extração);
- Extrapeq - empresa de pequeno porte que realiza exclusivamente a extração de granito (até 50 trabalhadores, distribuídos em até três frentes de extração);
- Benegran - empresa de grande porte que faz a extração e o beneficiamento do granito (mais de 100 trabalhadores);
- Benemed - empresa de médio porte de beneficiamento do granito (mais de 50 e menos de 100 trabalhadores);
- Benepeq - empresa de pequeno porte de beneficiamento do granito (até 50 trabalhadores).

A classificação em pequena, média e grande empresa foi pensada para fins didáticos nesta pesquisa, baseando-se apenas no tamanho e número de funcionários e não pelo faturamento anual, conforme dita a legislação tributária brasileira.

## **População**

Inicialmente, recorreu-se à procura por documentações que trouxessem dados da implantação da umidificação. Na falta de documentação que contasse essa história, foram realizadas entrevistas semi-estruturadas com:

- O diretor de saúde e previdência e o secretário geral do sindicato dos trabalhadores (SINDIMARMORE);
- O secretário geral do sindicato patronal (SINDIROCHAS);
- O superintendente e dois auditores do Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM);
- Um auditor do Ministério de Minas e Energia (MME);
- Dois auditores do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE)
- Um proprietário, dois técnicos de segurança, um médico do trabalho, um advogado, um engenheiro de segurança, um engenheiro de minas, dois encarregados, oito marleteiros, quatro batedores de cunha, dois motoristas de máquina carregadora, dois blasters e um fiolista da empresa Extragran;

- Doze marteleiros, dois batedores de cunha, um operador de máquina carregadeira e um fiolista da empresa Extramed;
- Um proprietário, seis trabalhadores que fazem a função de marteleiros e batedores de cunha e um encarregado da empresa Extrapeq;
- Um técnico de segurança, um encarregado, dois operadores de máquina multi-fios e três operadores de lixadeira e politriz manual da empresa Benegram;
- Um proprietário, um operador de máquina multi-fios, dois operadores de tear e três operadores de lixadeira e politriz manual da empresa Benemed;
- Um proprietário e dois operadores de lixadeira e politriz manual da empresa Benepeq.

#### **4.1 Procedimentos metodológicos**

Por se tratar de uma pesquisa que envolvia buscar compreender como se deu um processo já finalizado, optamos por associar várias metodologias de pesquisa.

Com ajuda dos sindicatos patronais e sindicato dos trabalhadores tentou-se contato com diversas empresas de extração e beneficiamento de granito, que tivessem ou não concluída a adequação à norma de umidificação. Não foi possível visitar toda a gama de empresas, optou-se por escolher uma empresa de tamanho grande, outra de tamanho médio e outra pequeno, que possuíssem sistema umidificado e outras três similares que não o possuíssem, para se compreender as dificuldades em implantá-lo. Escolheu-se, também, pesquisar empresas de extração e de beneficiamento de granito. As empresas que não fazem umidificação não aceitaram participar da pesquisa. Outras seis empresas, sendo três de extração e três de beneficiamento (de tamanho, estruturação e políticas de prevenção diversas), concordaram. A pesquisadora compareceu às unidades de extração e de beneficiamento inicialmente acompanhada do sindicalista, que facilitou o contato com a empresa, depois disto procedeu-se as idas a campo sem acompanhamento para observações sistemáticas.

As entrevistas tiveram o objetivo de compreender como se deu a evolução das ações em um nível macro para a implementação de diversas normas no setor mineral, dentre elas a da umidificação. Essas entrevistas ocorreram no momento em que a pesquisadora integrou o projeto de pesquisa junto com a UFMG.

Elas indicaram pistas sobre como se deu o processo de obrigatoriedade da umidificação, mas não permitiram compreender sua implantação e evolução. Decidiu-se, então, proceder a visitas de observação “*in loco*” e realizar as entrevistas, novamente, semi-estruturadas (BONI & QUARESMA, 2005) com proprietários e trabalhadores das empresas, conforme descrito acima.

Não foi dado acesso a documentos, apenas uma empresa (Extragran) permitiu o acesso ao PCMSO (Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional), PPRA (Programa de Prevenção de Riscos Ambientais), PGR (Programa de Gerenciamento de Risco) e análise de acidentes. A empresa Benegran negou o acesso a quaisquer documentos relacionados à saúde e segurança fornecendo apenas folhetos distribuídos aos trabalhadores sobre o comportamento de segurança. As empresas Extramed, Extrapeq, Benemed e Benepeq não permitiram o acesso aos documentos dizendo que não os possuíam na empresa, pois eles ficam com a empresa prestadora de serviços de saúde ocupacional.

Foram contabilizadas cerca de 210 horas de pesquisa em campo, nas visitas e observações globais ou sistemáticas nestas empresas. Inicialmente com o objetivo de conhecer o processo de trabalho, os riscos em geral, o fluxo de produção. Num segundo momento, procedeu-se à observação sistemática das principais atividades que foram alteradas com a umidificação, a saber: perfuração com equipamento hidráulico e pneumático; batedores de cunha; operadores de carregadeiras; e operador de fio diamantado nas unidades de extração; operador de máquina multi-fios, operadores de tear, trabalhadores que utilizam lixadeiras e politrizes pneumáticas nas unidades de beneficiamento. Estas observações permitiram maior proximidade do trabalho real, conhecimento dos modos operatórios habituais e de como os operadores lidam com as variabilidades.

Para compreender como os sistemas de trabalho foram sendo organizados ao longo do tempo após a introdução da umidificação (hipótese 1), de maneira a resgatar em detalhes as mudanças ocorridas durante a implantação da inovação e também compreender como ela pode ter provocado o aparecimento de novos riscos e até estar nas origens de alguns acidentes, utilizou-se entrevistas semi-estruturadas com trabalhadores, gestores, preventores e proprietários de empresas, baseadas no método MAPA – Método para Análise e Prevenção de Acidentes (ALMEIDA & VILELA,

2010). Esse método apresenta uma linha didática de condução de investigação de acidentes que favorece a reflexão e a discussão dos atores da empresa envolvidos direta ou indiretamente na ocorrência do evento. Possui campos de preenchimento baseados na observação do trabalho real, em situação rotineira, ou seja, sem acidentes, e quadro com as mudanças que levaram ao evento. Ele permitiu, dessa forma, identificar possíveis dificuldades engendradas pela introdução da umidificação, não somente para os trabalhadores, mas em níveis de gestão também.

Os dados levantados até esta etapa permitiram construir uma análise cronológica da implementação da umidificação, o que possibilitou saber quais foram os diferentes problemas encontrados e, por meio deles, revelar aspectos do sistema organizacional.

Foi feito um quadro para esclarecer quem são os atores envolvidos, qual o ponto de vista deles, que modelo eles utilizam para tratar as questões que emergiram e quais os recursos que eles possuíam.

**Quadro 1: Caracterização de problemas e soluções durante o processo de umidificação**

<b>Ano</b>	<b>Problemas</b>	<b>Solução</b>	<b>Dificuldades surgidas</b>	<b>Quem enfrenta as dificuldades</b>	<b>Recursos mobilizados na identificação ou implantação de uma solução</b>

Os quadros preenchidos para cada empresa constam do apêndice 1 desta tese.

Eles foram preenchidos de maneira cronológica, desde o surgimento da norma de umidificação, as primeiras ações para implantação do sistema a úmido, até o momento em que a pesquisa se desenvolveu no ano de 2010. Os problemas, soluções, dificuldades surgidas foram levantados pelos entrevistados. Já os itens sobre quem enfrenta as dificuldades e quais recursos mobilizados na identificação ou implantação da solução foram preenchidos pela pesquisadora após análise dos dados obtidos nas entrevistas, ou nas observações sistemáticas seguidas das auto-confrontações e validações. O objetivo foi identificar como a implantação da novidade técnica se deu ao longo dos anos, quem

gerenciou, a quem representou dificuldades, quais elementos foram alterados e como se deu a recomposição do sistema.

Foram, ainda, realizadas visitas, observação do trabalho e entrevistas com base na metodologia da Análise Ergonômica do Trabalho (AET) (GUÉRIN, LAVILLE, DANIELLOU *et al.*, 2004). Este método permitiu compreender a complexidade do trabalho de extração e beneficiamento de granito nas minas visitadas, coletar dados sobre o estado da arte na umidificação e observar as diferenças entre as empresas, uma vez que elas estão em etapas diferentes do processo de implantação da umidificação e, portanto, utilizam técnicas e ferramentas também diferentes. Foi possível, também, identificar dimensões da organização e das condições de trabalho, bem como as dinâmicas singulares e coletivas que determinam e condicionam as situações de trabalho, além da condução de projeto realizada ou não pelas empresas e o papel dos agentes de prevenção.

As técnicas de auto-confrontação (THEUREAU, 2010) essenciais na metodologia da AET foram realizadas desde o início da pesquisa individualmente e/ou em grupo (8 grupos de 3 a 15 pessoas) para melhor explicitação e compreensão do que foi observado do trabalho real nas empresas visitadas. Filmes gravados com os trabalhadores realizando suas atividades e anotações de diário de campo foram trazidos para os encontros de auto-confrontação. Esse momento foi fundamental para debater as apropriações em torno da umidificação e para esclarecimento de dúvidas que o pesquisador possuía ou equívocos de análise que por vezes cometera.

A fim de validar os dados obtidos nas entrevistas, os resultados e conclusões preliminares foram apresentados aos entrevistados, solicitando que avaliassem não somente quanto à precisão como também quanto à relevância das informações. Havendo concordâncias, rejeições ou correções, considerou-se o consenso como critério para a validação (ALVES-MAZOTTI e GEWANDSZNAJDER, 1999; BAUER e GASKELL, 2003).

Durante o período em que a pesquisadora fazia o trabalho de campo, ocorreram cursos sobre Normas e Regulamentações para profissionais das empresas e para sindicatos, tendo sido acompanhados pela pesquisadora em cinco empresas e também um outro curso realizado no Sindicato de Trabalhadores das Empresas de Extração e

Beneficiamento do mármore e granito. Tais momentos foram muito importantes para a coleta de dados referentes ao conhecimento que trabalhadores, sindicalistas e membros de CIPAMIN (Comissão Interna de Prevenção de Acidentes da Mineração – formada por trabalhadores dentro de cada empresa) possuíam sobre as normas regulamentadoras.

### **Aspectos éticos**

Encaminhamento do projeto de pesquisa ao Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Estudos em Saúde Coletiva da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ para autorização, conforme Resolução 196/96 – CNS.

Encaminhamento do projeto de pesquisa aos sindicatos dos trabalhadores e sindicatos patronais, às empresas de extração e as de beneficiamento de granito solicitando permissão para a realização do estudo.

Solicitação de assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aos sujeitos participantes da pesquisa para entrevistas individuais (Apêndice 3), entrevistas em grupo (Apêndice 4) e observações (Apêndice 5)

## **5. Resultados e Discussão**

### **5.1 As empresas estudadas e seus processos de produção**

O estudo foi focado em empresas de extração e beneficiamento de granito. Tentou-se contato direto entre a pesquisadora e as empresas, a partir de busca pela internet mas apenas uma empresa, aqui chamada de Extrapeq, aceitou fazer parte da pesquisa. Tentou-se então o contato através dos dois sindicatos - sindicato patronal e sindicato dos trabalhadores. O sindicato dos trabalhadores conseguiu a participação de três empresas de extração e o sindicato patronal de duas empresas de beneficiamento.

O critério de escolha das empresas foi pelo número de trabalhadores, de maneira a caracterizar seu porte pequeno, médio ou grande. Buscou-se, em seguida, adotar o critério da empresa ter SESMT ou CIPA/CIPAMIN organizados, mas não foi possível atender a este critério.

O contato direto com a administração ou o proprietário também não foi conseguido com todas as empresas, devido à falta de agenda do proprietário e distância entre a sede administrativa e a área de produção. Algumas empresas possuíam sede administrativa em outro município.

Por esse motivo, muitos dados de interesse desta pesquisa não puderam ser obtidos. São eles: número exato de trabalhadores, estatística de adoecimento e de acidentes do trabalho, estatística de afastamento por doença respiratória, estatística de afastamento, rotatividade, processos jurídicos relativos à doença ou acidente do trabalho, ações civis públicas sofridas e intervenções de algum órgão de fiscalização.

Apenas uma empresa estudada apresentou quantidade de afastamentos por motivo de doença, mas não havia tratamento da informação, ou seja, o tipo de doença segundo a classificação da CID-10. Esta empresa também apresentou dados de acidentes, porém sem tratamento estatísticos desses dados. Os casos de acidentes aqui relatados foram obtidos nesta única empresa.

O número de trabalhadores das empresas que participaram desta pesquisa só pôde ser obtido de forma aproximada, devido à alta rotatividade do efetivo, em todas elas. Procurou-se neste sentido obter a confirmação com os sindicatos, entretanto, só foi possível a expressão destes dados de maneira aproximada.

Nenhuma empresa revelou dados de fiscalização e/ou processos jurídicos e ações civis públicas. Embora estas informações tenham aparecido durante as entrevistas, não foi possível confirmá-las de maneira mais apurada.

A falta de dados confiáveis levou a pesquisadora à escolha de priorizar conduzir a pesquisa baseada em observações sistemáticas e entrevistas com trabalhadores da produção, profissionais de SESMT e proprietários.

A seguir, uma breve apresentação de cada empresa participante:

### **Empresa Extragran**

É uma empresa de extração de granito que foi considerada neste estudo como de grande porte devido ao volume de vendas de granito e ao número de funcionários que é de aproximadamente 150. Ela possui sete frentes de trabalho, todas no estado do Espírito Santo, organizadas de acordo com a qualidade do granito (amarelo, preto, verde,...). Pode-se ter mais de uma equipe por frente e várias frentes sem equipe, o que exige certa coordenação entre estas, que é feita por seus encarregados e engenheiro de minas. Ela possui um SESMT organizado com dois técnicos de segurança, um engenheiro de segurança, um médico do trabalho, um advogado e um engenheiro de minas. Esta empresa organizou sua equipe de preventores para encontrar uma solução à umidificação, mas os projetos de segurança, em geral, são de responsabilidade do engenheiro de segurança e dos dois técnicos de segurança. Essa equipe é subordinada ao setor de Recursos Humanos e a atuação não é restrita à distribuição de EPIs. Eles próprios realizam o PGR e PCMSO e suas atuações são voltadas ao cumprimento das normas. Mas não se pode dizer que haja um grupo de projetos de concepção, apenas ações pontuais.

### **Empresa Extramed**

Esta empresa, considerada de médio porte, faz a extração de granito. Ela emprega cerca de 50 trabalhadores em três frentes de trabalho. Não possui setor ou responsável por um SESMT, mas um de seus trabalhadores é membro do sindicato dos trabalhadores e conhece bem os problemas e riscos à saúde e de acidentes e tem buscado solicitar à empresa o cumprimento das normas.

### **Empresa Extrapeq**

Trata-se de uma empresa de extração de granito, considerada de pequeno porte por ter apenas 15 trabalhadores no seu quadro de efetivos. Ela não possui um serviço de SESMT e contrata empresa prestadora desse serviço para as análises e programas de prevenção em saúde e segurança do trabalho. Além dos 15 trabalhadores, ela possui 01 engenheiro que é também o proprietário da empresa, portanto, ele está voltado mais ao gerenciamento da produção, do que aos problemas ligados à prevenção.

### **Empresa Benegran**

Trata-se de empresa de beneficiamento de granito, considerada de grande porte por possuir mais de 150 trabalhadores no seu quadro de efetivos. Ela possuía, na ocasião da pesquisa, SESMT (Serviço de Segurança e Medicina do Trabalho) organizado, composto por 01 engenheiro de segurança do trabalho e 01 técnico de segurança do trabalho, sendo os demais serviços terceirizados. Por ser uma filial de uma multinacional Espanhola, os serviços são vinculados primeiramente ao setor de Recursos Humanos, mas respondem também às solicitações e ordens da matriz, que no caso da umidificação recomendou adaptação da ferramenta elétrica com água e uso de EPI (Equipamento de Proteção Individual) como luvas de borracha, avental impermeável e botas impermeáveis.

### **Empresa Benemed**

Esta empresa foi considerada de médio porte pelo número de trabalhadores, em torno de 60, atuando no beneficiamento do mármore e do granito. Ela possuía apenas 01 técnico de segurança do trabalho e contratava serviço de saúde e segurança de empresas terceirizadas. O técnico de segurança responde ao setor de Recursos Humanos e sua atuação é sobre o controle de comportamento seguro e distribuição de EPIs.

### **Empresa Benepeq**

Esta é uma empresa que atua no beneficiamento do granito. É uma empresa considerada de pequeno porte por possuir apenas 07 trabalhadores no seu quadro de efetivos. Ela não contava com Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT) para a atuação em prevenção de acidentes e riscos à saúde, mas contratava empresa terceirizada para a realização desse serviço. Esta empresa terceira

realiza campanhas de conscientização ao uso de EPIs, faz relatório de PPRA, mas não deixa esse relatório de posse da empresa que a contratou. Não tivemos acesso à empresa prestadora de serviço.

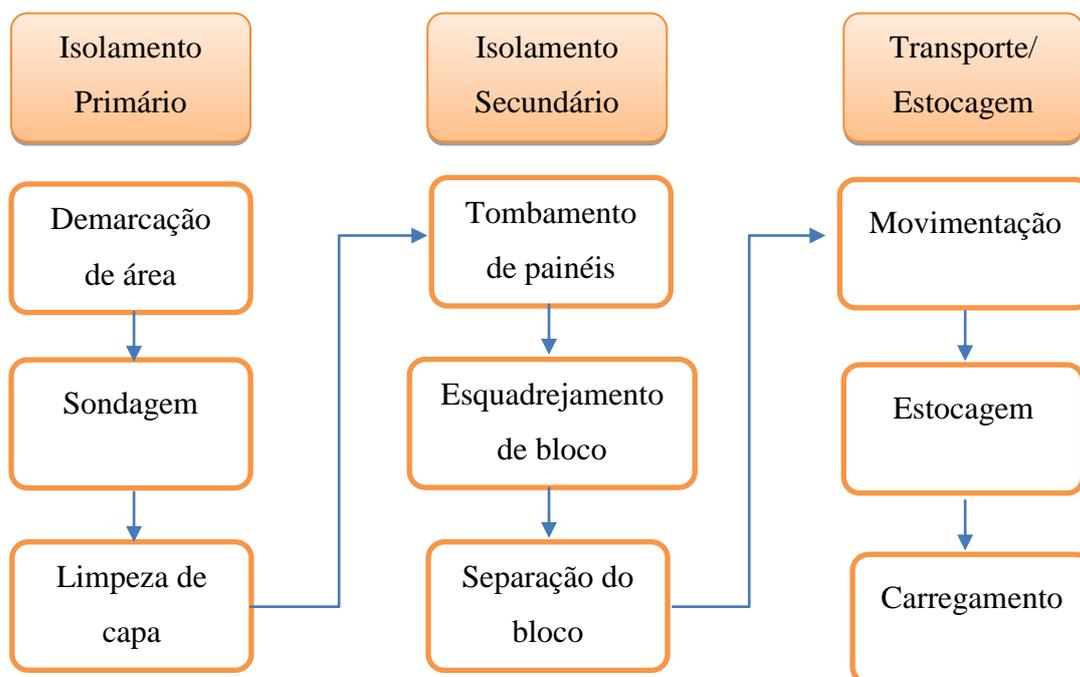
Nenhuma das empresas possui procedimentos ou prescrições de tarefas. Todos os operadores passam por um treinamento realizado por empresa terceirizada que consiste em: identificação das etapas do processo de produção; palestras sobre saúde (doenças sexualmente transmissíveis); saúde no trabalho (pneumoconioses); e identificação de riscos de maneira geral, mas distantes da atividade real.

A seguir, a fim de auxiliar a compreensão do funcionamento das unidades, descrevemos sucintamente o fluxo e o processo de produção na fase de extração e de beneficiamento do granito:

### 5.1.1 Fluxo de Produção das unidades

Para melhor visualização do fluxo de produção das unidades de extração e beneficiamento apresentamos a seguir um fluxograma com os principais setores das unidades e a relação entre eles.

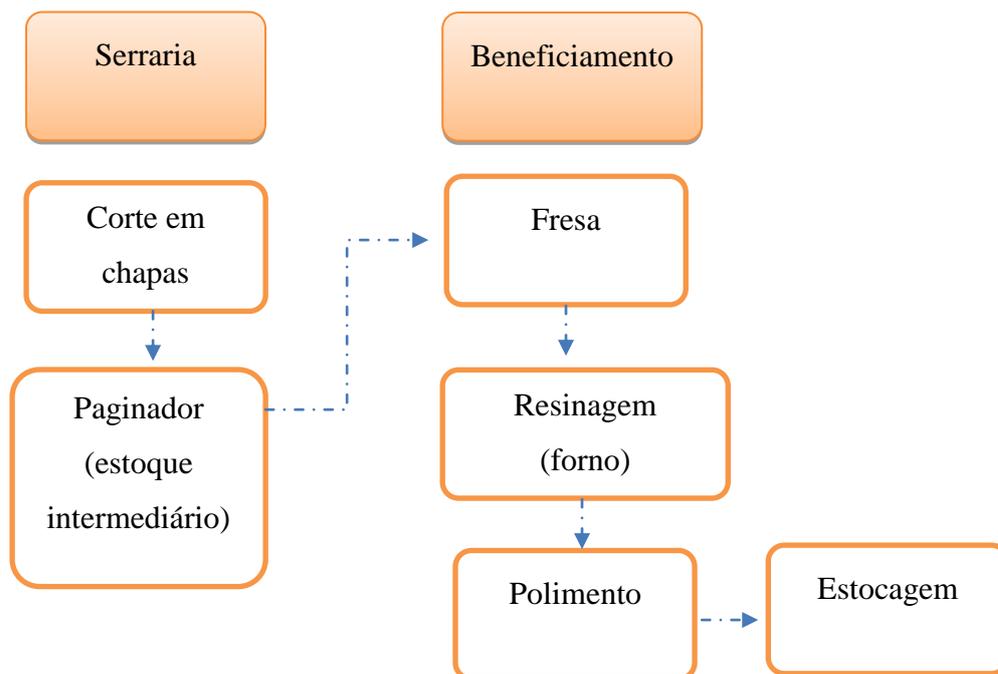
#### Extração



O fluxo de produção nas unidades de extração é linear e de interações estreitas, ou seja, uma tarefa depende da anterior para ocorrer, por exemplo, não é possível esquadrear sem haver tombado antes. Se ocorrer um problema numa das etapas significa que as posteriores sofrerão atrasos. O planejamento de cada etapa é feito separadamente, são equipes diferentes, encarregados diferentes. Mas todas as etapas são obrigatórias, não é possível produzir e vender sem que as três principais etapas sejam cumpridas. No entanto, como se trabalha em várias frentes, se ocorrer um problema em alguma delas, as empresas deslocam o pessoal para trabalhar em outras frentes até que se recupere o processo naquela com problema. Por tanto, com esse paralelismo de tarefas as interações podem ser consideradas frouxas.

Mais abaixo apresentaremos um quadro explicativo de cada etapa do processo.

### Beneficiamento



Assim como na indústria de extração, a de beneficiamento também apresenta fluxo de produção linear. Estas etapas não são obrigatórias e as interações são frouxas, quer dizer, não é preciso que uma empresa de beneficiamento realize corte de bloco, fresa, resinagem e polimento. É possível vender apenas a chapa sem fresá-la e sem poli-la, não é necessário haver o estoque intermediário (paginador), é possível apenas fresar, ou apenas polir. A realização de todas essas etapas depende da demanda do cliente.

Nas empresas estudadas, a Benepeq e a Benemed não possuíam máquina para corte de bloco, elas compravam as chapas já cortadas e as beneficiava (fresa e polimento), elas também não possuem forno, embora realizem resinagem e polimento.

A Benegran possui todos os equipamentos e segue todas as etapas do fluxo de produção.

### 5.1.2 Processo de Produção nas unidades

O processo aqui descrito é genérico, ou seja, é o mesmo para todas as empresas. Na unidades de extração o que muda de uma empresa a outra é apenas o que concerne aos equipamentos. As maiores possuem tecnologia de fio diamantado e perfuratrizes hidráulicas, enquanto as menores possuem apenas martelotes pneumáticos para fazer perfuração. Mas as etapas do processo serão sempre as mesmas.

Já nas unidades de beneficiamento as etapas não são obrigatórias. As etapas presentes nas empresas pesquisadas serão apontadas na descrição.

### Extração

De modo geral, as operações de lavra seguem as seguintes fases:

<p><b>Sondagem</b></p> 	<p>A primeira etapa é a sondagem, onde é retirado material rochoso para inspeção e verificação por geólogo ou engenheiro de minas, que identifica o tipo de material rochoso, se é granito, que tipo de granito e profundidade em que se encontra para avaliação da viabilidade da extração</p>
<p><b>Isolamento de Volumes Primários (Quadrote)</b></p>	<p>Os cortes primários são realizados para o isolamento de uma grande porção rochosa da jazida (volume primário comumente denominado de “quadrote”), que tem a forma de um grande paralelepípedo, apresentando algumas centenas de metros cúbicos. Uma vez isolado do maciço, este volume é desdobrado em fatias {painéis verticais (Filões/Pranchas)}, que serão tombados sobre o piso das frentes de lavra. A escolha da tecnologia de corte a ser empregada depende de fatores diversos, como: característica petrográfica e</p>

	<p>estrutural da rocha; método de lavra utilizado; valor mercadológico do material; meio ambiente; e das disponibilidades financeiras da empresa.</p> <p>Nas minas estudadas, os cortes primários são efetuados através da tecnologia de fio diamantado ou martelete pneumático. Estes cortes são verticais e/ou horizontais para isolamento de um volume primário de rocha.</p>
<p><b>Isolamento de volumes secundários, painéis verticais (filões/pranchas)</b></p> 	<p>Posteriormente aos cortes primários são efetuados os secundários, que é o isolamento das pranchas/filões. Este isolamento pode ser feito através da tecnologia do fio diamantado ou furação descontínua através de martelete manual e/ou perfuratriz de coluna.</p> <p>Se o isolamento secundário for efetuado com o método de perfuração descontínua, deve-se desprender este volume (prancha/filão) do respectivo quadrote, utilizando-se de argamassa expansiva ou explosivo (Cordel detonante imerso em água alternado com pólvora negra).</p>
<p><b>Tombamento de Painéis Verticais</b></p> 	<p>Uma vez isolados, os filões ou pranchas são tombados em camas constituídas por solo e fragmentos de rocha, previamente montadas com o objetivo de amortecer o impacto da queda, para em seguida se processar o esquadrejamento dos blocos comercializáveis.</p>
<p><b>Esquadrejamento de Blocos</b></p>	<p>A fase seguinte é a subdivisão e esquadrejamento dos blocos onde se utiliza furação descontínua através de martelete</p>

	<p>manual, perfuratriz de coluna pneumática e ou perfuratriz hidráulica.</p>
<p><b>Separação de blocos /Cunhas Mecânicas</b></p> 	<p>As cunhas mecânicas são utilizadas para seccionar planos pré-definidos, a partir de perfuração de pequeno diâmetro. Trata-se de um conjunto constituído por duas palmetas posicionadas lateralmente à cunha propriamente dita, cuja percussão se dá manualmente com marreta ou martelete rompedor pneumático. O tempo de corte com essas ferramentas pode demandar alguns minutos dependendo de fatores como: tipo de rocha, direção de ruptura, altura do corte, espaçamento praticado.</p>
<p><b>Movimentação</b></p> 	<p>Após o esquadrejamento, a movimentação dos blocos até o local de embarque e estocagem é feita com máquina carregadeira 988B (adaptada com garfo pálete).</p>

### Estocagem



O armazenamento de blocos é feito em local previamente definido como estratégico para a classificação, o atendimento a clientes e a facilidade de carregamento.

### Carregamento



O carregamento de blocos é efetuado com pau de carga ou com carregadeira.

No pau de carga, o bloco é içado com cabos de aço fixados e sistema de roldana com moitão, a carregadeira puxa os cabos de aço içando a carga e o caminhão se posiciona sob a carga, em seguida a carregadeira faz manobra em marcha a ré para descer o bloco. Dois trabalhadores ficam em cima do caminhão com rádio para direcionar os dois motoristas, do caminhão e da carregadeira, para ajuste da posição do bloco.

Com a carregadeira, o caminhão fica parado posicionado ao lado de uma rampa, a carregadeira ergue o bloco e sobe nesta rampa para atingir a altura do caminhão e com a ajuda do caminhoneiro posiciona o bloco corretamente sobre o caminhão.

O método de carregamento com carregadeira é mais rápido e necessita menos pessoas envolvidas do que com o pau de carga. Mas é a estrutura do caminhão transportador que determina se o carregamento será no pau de carga ou na carregadeira pois, para que seja possível com a máquina, o caminhão precisa ter a madeira de apoio dos blocos fixas em sua estrutura, caso contrário com o atrito do bloco esses apoios saem do lugar e o bloco danifica o caminhão e pode ser danificado por ficar exposto a atrito constante com a carroceria durante o transporte.

Uma mesma empresa possui diversas jazidas de granito que são divididas conforme a cor do granito (amarelo, verde, preto). As três empresas pesquisadas possuem jazidas dos três tipos de granito. A empresa Benegran possui equipes suficientes para explorar as três ao mesmo tempo, ou concentrar frentes de trabalho em apenas um delas. As

empresas Benemed e Benepeq só conseguem destinar mão de obra para explorar uma jazida por vez. É a demanda do mercado, por exemplo, qual cor de granito está mais em moda, que vai ditar a escolha pela jazida a ser explorada.

As unidades de extração de granito são divididas em frentes de trabalho. Cada frente possui equipe própria composta por encarregado, fiolista, marteleteiros e batedores de cunha. O blaster (expert em explosivo) atua nas várias frentes de trabalho.

O plano de carreira, em geral, foca na contratação de batedores de cunha e estes podem se especializar ao longo do tempo, em marteleteiros, operadores de perfuratriz hidráulica e posteriormente encarregado, ou seguem com cursos específicos para se tornar blaster, ou para conduzir máquina carregadeira. Nas três empresas, todos os trabalhadores atuais iniciaram a carreira como batedores de cunha, que além de ter salário menor, é a atividade de maior custo físico.

Nas três empresas não há prescrição formal de tarefas, os operadores fazem curso ministrado por empresa terceirizada, sobre o funcionamento geral de uma empresa de extração de granito e sobre riscos gerais, mas o aprendizado real se dá em atividade e trocas de informações com os colegas.

As frentes de trabalho são bastante distantes dos municípios de maneira que os trabalhadores moram nas comunidades vizinhas às empresas, ou em alojamentos das próprias empresas, o que também favorece as trocas e diálogos entre operadores e a construção do mundo comum.

Assim como não há prescrição de tarefas, também não há prescrição de tempos de produção, apenas uma estimativa que é controlada pelo encarregado, mas não há fortes exigências e pressões por produção.

As regras de segurança são formalizadas apenas no que concerne ao uso de EPIs (uniforme, bota e capacete) uso de cinto de segurança para trabalho em altura, equipamentos de proteção coletiva, como grades de proteção e faz-se controle mais rígido sobre a atividade com explosivos. Só é permitido realizar explosão em um único horário por dia, em geral as 16h30, próximo ao horário de troca de turno. Nesse momento todos os operadores devem comparecer ao refeitório, onde é efetuada a contagem de trabalhadores presentes e, só posteriormente, liberada a ordem de explosão.

A tarefa de explosão é prescrita. O blaster é quem faz o cálculo da quantidade de explosivo, mas os passos de montagem e detonação são formalmente descritos e exigidos.

Atividade eventual e considerada de alto risco, como limpeza de resíduos de rocha após limpeza de capa ou tombamento de prancha, que é feita com a técnica de rapel, é acompanhada pelos técnicos de segurança (apenas a Extragran realiza essa operação).

## Beneficiamento

<p><b>Serraria (presente apenas na empresa Benegran)</b></p>	<p>O processo de serragem dos blocos é feito de duas maneiras: com equipamento tear e com máquina multi-fios</p>
<p><b>Tear</b></p> 	<p>O bloco é colocado no carro porta-blocos sobre trilhos por uma ponte rolante que o leva até a serra. A serra é de aço e para um corte efetivo é adicionada uma lama composta de água, granalha de aço, pó de rocha e cal.</p> <p>O trabalhador encaixa cunhas para separar as serras de forma a atender a espessura desejável do corte dos blocos</p>
<p><b>Máquina multi-fios</b></p>	<p>Esse equipamento elimina a necessidade de uso de granalha, cal e lâmina. Utiliza fios diamantados e o processo é todo automatizado. Tem a capacidade de serrar um bloco de 7m<sup>3</sup> em 32h.</p>



**Paginador (presente nas 3 empresas)**



Depois de cortados os blocos as lâminas seguem para o paginador, que leva as lâminas com ponte rolante até o carro sobre trilhos. Neste carro as lâminas ficam separadas umas das outras com calços de madeira, inclinadas e apoiadas no carro.

O transporte das lâminas do carro para a esteira é feito por uma máquina de ventosas que sustenta a vácuo as lâminas ou por ponte rolante

**Polimento (o automatizado é feito na Benegran e Benemed e o manual nas 3 empresas)**



Do paginador as lâminas vão para o polimento, que pode ser automatizado onde uma máquina faz o processo de polimento liso e escovado ou por lixadeira manual.

	
<p><b>Fresadora (a automática é feita na Benegran e a manual nas 3 empresas)</b></p>	<p>Pode ser automatizada ou por ferramenta manual de corte, mas mesmo na automática é necessária a intervenção do operador que deve segurar a peça enquanto faz o friso (corte no meio da chapa)</p>
	
<p><b>Forno/ Resina (somente na Benegran)</b></p>	<p>As chapas passam no forno para aquecer, na parte de baixo a temperatura é de 70°C para abrir os poros e penetrar melhor a resina e na parte de cima 40°C para secar a resina</p>
	
<p><b>Estocagem (nas 3 empresas)</b></p>	<p>A estocagem é em cavaletes, cada lâmina pesa de 200 a 400kg conforme material e cada feixe (um cavalete completo) de 2,5 a 5 ton, o número de lâminas é variável.</p>
	
<p><b>Carregamento</b></p>	<p>Pode ser realizado com o equipamento chamado “Bin Laden<sup>2</sup>”, no caso de caminhão tipo baú, ou por ponte rolante em caminhões abertos.</p>

<sup>2</sup> Este equipamento recebeu esse nome por ser considerado extremamente perigoso, pois o operador é obrigado a segurar as chapas de granito, estando sujeito ao risco de queda das chapas sobre ele. É um equipamento que não há empresa que o comercializa, não se identificou como ele foi concebido. Não há patente. Sua fabricação é realizada por pequenas metalúrgicas nos municípios onde há empresa de beneficiamento, a partir de um desenho de engenharia que não se reconhece ou não se relata quem fez.



É realizado por dois operadores – um controlando a máquina de carregamento (bin laden ou ponte rolante) e outro dentro do container para preparar o acondicionamento das lâminas.

Nas unidades de beneficiamentos, apenas a Benegran, sob cotutela da matriz espanhola, exige uso de EPIs e as metas de produção são observadas com mais rigor.

Nas outras duas empresas não há prescrição formal de tarefas e nem vigilância sobre o tempo de produção.

As tarefas são realizadas individualmente, quer dizer, não necessita trabalho em coletivo organizado. As variabilidades dependem da característica do granito, do equipamento utilizado e da demanda do cliente.

## **5.2 A introdução da umidificação e as desordens no sistema**

A seguir apresentaremos os resultados seguindo a lógica das hipóteses levantadas.

### **5.2.1 Desordens no sistema (primeira hipótese)**

A primeira hipótese levantada neste estudo foi a de que a introdução de uma inovação provoca desordens no sistema de trabalho (metas, objetivos, materiais, processo de trabalho, espaço, tempo de produção, qualidade do produto, conforto), ou rompe as ordens pré-existentes.

O que estamos chamando de desordens? Para definir desordem é necessário definirmos ordem. Segundo o dicionário Aurélio ordem é “disposição das coisas de acordo com a categoria, o lugar que lhes convém” e desordem é “desarranjo, desalinho”. A desordem ocorre, portanto, quando as coisas saem do lugar.

Essas perturbações se apresentam na forma de “resistências do real”, como dificuldades no fazer o trabalho ou até mesmo como ocorrências de acidentes de trabalho.

A seguir, são apresentados relatos de alguns acidentes que são revelações claras de desordens. Em seguida, alguns desordens e dificuldades enfrentadas pelos trabalhadores, pela própria organização do trabalho, no que diz respeito à produção, gestão de material, gestão de recursos humanos, custos de produção, etc.

#### **5.2.1.1 Alguns acidentes de trabalho envolvendo a umidificação**

##### **Caso 1: queda de altura e desmoronamento da prancha**

Dois trabalhadores (um fiolista e um encarregado) do turno noturno estavam acompanhando um corte com fio diamantado para um isolamento de volume primário. O corte era de 20m de comprimento por 20m de altura (dados aproximados segundo entrevistados) e já estava ao final (pouco mais de 1m de comprimento) quando eles perceberam que estava surgindo poeira, o que sugere que a água não está caindo sobre o fio. Além de eliminar a poeira de sílica, a água é também importante para resfriar o fio diamantado, caso contrário ele pode estourar devido à alta temperatura que o atrito com a rocha gera, o que significa um risco grave, pois o fio ao estourar “chicoteia” podendo atingir trabalhadores e equipamentos.

A fim de avaliar as razões da poeira que aparecia, o fiolista decidiu subir na rocha para verificar a mangueira. Quando ele estava lá em cima verificou que a mangueira tinha ficado presa entre a rocha principal e o volume cortado. Nesse momento, a rocha se quebrou e desmoronou. O operador caiu no chão tendo ficado embaixo de pedaços de rochas grandes que ao se quebrarem formaram uma caverna. No entanto, ele ficou preso por outras rochas que fechavam parcialmente o acesso a ele. Os trabalhadores do turno se reuniram no resgate e conseguiram retirar o colega. O trabalhador acidentado sofreu politraumatismos, foi submetido a várias cirurgias de reconstrução e está incapacitado para trabalhar. Ocorreram também prejuízos materiais devido à rocha que desmoronou ter atingido duas máquinas de fio e cortado cabos de eletricidade.

A rocha se quebrou pela presença de um filete de cristal e de algumas fraturas em sua composição, que tornam o maciço instável, principalmente se houver infiltração de água, como acredita-se ter sido o caso. No entanto, apesar desses sinais terem sido percebidos, não houve, neste caso, nenhuma preparação especial ou alteração do processo de corte para controle do maciço.



Filete de cristal

Antes da umidificação o corte era feito com várias perfurações com martetele pneumático, dentro das quais era colocado material explosivo e na explosão ocorria a separação do bloco de rocha. Com a umidificação, foi possível à empresa investir no uso de fio diamantado que dispensa explosões e por isso é visto pelos agentes de prevenção como mais seguro. Mas no caso de haver filete de cristal na rocha de granito a **água pode penetrar as fraturas que separam o granito do cristal e tornar o maciço mais instável.**

Em entrevistas com responsáveis foi dito que a tarefa deveria ter sido interrompida quando faltassem 7m para completar o corte com o fio e que o desmonte seria posteriormente feito por explosivo. No entanto, essa informação não chegou ao fiolista nem ao encarregado que estava com ele no momento do acidente de trabalho. Após o acidente a empresa passou a anotar essa recomendação de interrupção ao faltar 7 metros em livro de procedimentos que deve ser lido pelo encarregado e passado por ele aos fiolistas.

Era esperado, segundo entrevista com responsáveis da empresa, que o trabalhador tivesse capacidade de leitura da rocha e verificasse que não poderia ter subido, pois o risco de desmoronamento era iminente. No entanto, nem o trabalhador, nem o encarregado da área foram capazes de tal leitura, o que mereceria ser analisado em mais profundidade. Esse tipo de julgamento é típico de explicações a posteriori, quando o risco, que era apenas potencial, se tornou objetivo após a ocorrência do acidente. Nesses casos, tudo o que havia de incerteza, de ambiguidade e de imprecisão, tudo o que exigia,

portanto, julgamentos perceptivos por parte dos trabalhadores envolvidos, é eliminado e o risco se torna evidente. A dimensão propriamente subjetiva que está pressuposta na “capacidade de leitura da rocha” é negada diante da materialidade do desmoronamento, quando os “sinais” aparecem como evidências visíveis, objetivas, da instabilidade do maciço. Mas “ler a rocha” pressupõe processos subjetivos de interpretação, de julgamentos perceptivos e processos de inferência que associem a situação presente a outras situações semelhantes, via experiência do trabalhador. Essas instâncias e mediações subjetivas desaparecem com o acidente, que obviamente demonstrou que eram representações e avaliações equivocadas, e tampouco são resgatadas pelas análises posteriores, limitadas que são à descrição de uma sequência de eventos objetivos.

Mesmo o evento objetivo da introdução da água e a fratura na rocha não foram analisados em profundidade em suas probabilidades de relação, o que não sinaliza para a necessidade de se investigar demais efeitos adversos da introdução da água, aponta para a culpabilização da vítima e não contribui com a prevenção de novos eventos.

### **Caso 2: corte de mão ao pegar cunha de separação do bloco**

Esse acidente ocorreu ao final da tarefa de bater cunhas, quando o trabalhador retirava uma das cunhas do furo e a prancha abriu. Com a queda da prancha a cunha também caiu provocando o corte na mão do trabalhador.

A atividade de bater cunha acontece posteriormente à de furação. No caso deste acidente, a furação havia sido feita com perfuratriz hidráulica, o que é um dado importante, pois a água para eliminação da poeira é acoplada à perfuratriz de maneira que durante a perfuração ela saia junto à broca. Isso provoca acúmulo de água dentro dos furos, o que não interfere no funcionamento da perfuratriz, mas implica em alteração da atividade dos batedores de cunha. Para poder introduzir as cunhas dentro dos furos, é preciso, na maioria deles, retirar o excesso de lama deixada pela água da máquina. Além disso, a água dentro dos furos exerce uma certa pressão, não totalmente conhecida pelos operadores. O tempo que se levava para realizar um corte batendo cunhas com o ambiente seco é diferente e maior do que com o ambiente úmido.

Durante a atividade de bater cunha, atuam dois trabalhadores encaixando as cunhas nos furos e batendo com marreta sobre cada uma a fim de provocar a ruptura no bloco e a

separação dele do restante da lâmina. Depois que o corte começa a aparecer, eles passam a retirar as cunhas, batendo apenas sobre uma ou duas até a completa separação. No entanto, é preciso retirar essas duas cunhas momentos antes da ruptura total do bloco para evitar que elas caiam no chão, ficando presas entre os blocos e podendo ser recuperadas somente após a máquina carregadeira realizar o carregamento com a retirada do bloco.

Esse procedimento de recuperar as cunhas é necessário, pois com a separação dos blocos elas podem cair na terra ou na lama que fica sob os blocos, sendo muito difícil encontrá-las posteriormente. De fato, os trabalhadores dizem que é comum perderem um jogo de cunha, ou parte dele, nessa terra. Se perderem, o jogo fará falta no próximo bloco a ser separado já que cada trabalhador possui um balde com 10 jogos. Quando o bloco é grande precisam pedir mais jogos emprestados a trabalhadores de outras frentes.

Cada jogo custa R\$50,00 e é esperado que dure de um a dois meses. Se o trabalhador precisar de um jogo novo deve solicitar ao encarregado e este ao almoxarifado. Quando fazíamos a pesquisa não havia jogos novos no almoxarifado. Para prevenir a falta deles, os trabalhadores possuem um estoque de 20 jogos velhos, mas que não dão um bom corte, porque são cunhas desgastadas e que não possuem diâmetro suficiente para uma boa pressão.

Nessa atividade de recuperar cunhas que caem no chão perde-se bastante tempo. Em uma de nossas observações, os trabalhadores ficaram mais tempo procurando pelas cunhas do que na tarefa de bater e abrir o corte.

Para evitar essa demora, a empresa tentou utilizar um fio de nylon para amarrá-las, no entanto eles só utilizam essa técnica em terrenos de muita lama, onde encontrar uma cunha caída é muito difícil. Não adotam esse procedimento em outras situações porque, segundo os operadores, Ao recolhê-las, o nylon enrola formando um emaranhado difícil de ser desfeito o que implica em tempo perdido ainda maior do que o gasto na recuperação delas no chão.

No caso desse acidente, os dois trabalhadores já tinham batido as cunhas e já haviam começado a retirá-las, restando apenas duas. O procedimento de rotina é deixar uma única cunha para batê-la até finalizar a separação do bloco. No momento em que

ocorreu o acidente, um deles foi retirar a penúltima cunha enquanto o outro ainda batia na última. Essa última batida provocou a separação imediata dos blocos exatamente no momento em que o colega tentava segurar a cunha, que caiu com a separação cortando-lhe os dedos.

O que poderia parecer um movimento desnecessário – evitar que a cunha caia – revelou-se um gesto pleno de sentido quando se conhece a importância da cunha, ou melhor, do jogo de cunhas, para cada trabalhador. Deixar cair implica ficar provisoriamente sem um instrumento de trabalho essencial, cuja recuperação pode ser demorada ou mesmo incerta, dependendo das condições do terreno onde a carregadeira vai operar.

Outro dado fundamental da análise é que a furação tinha sido feita pela perfuratriz, o que significa presença de grande quantidade de água nos furos. **A pressão da água nos furos acelera o tempo de corte o que, na data do acidente, ainda não era bem conhecido.**

### **Caso 3: queda de altura ao bater cunha**

Esse acidente também ocorreu durante tarefa de bater cunha.

Dois trabalhadores estavam batendo cunha, já tinham batido todas e observaram que o corte não abriria totalmente, caso em que seria necessário utilizar a carregadeira para completar a abertura. Então eles recolheram todas as cunhas, e estavam descendo do bloco pela escada quando um deles percebeu que tinha esquecido uma cunha no furo e voltou para pegá-la.

Quando os operadores estimam que o corte pode abrir, eles adotam posturas que auxiliam a manter o equilíbrio, que pode ser ajoelhar-se sobre o bloco ou ficar o mais distante possível do corte esticando o tronco e os braços para alcançar as cunhas.

Como o corte parecia que não iria abrir totalmente, porque já tinham batido muito e não tinha aberto, o trabalhador que voltou para pegar a cunha esquecida considerou que não seria necessário adotar nenhuma postura de precaução costumeira. No entanto, no momento em que ele se abaixou para pegar a cunha, o bloco sofreu um deslocamento, por estar sobre terra molhada, o que provocou o desequilíbrio do trabalhador e sua queda. Ele caiu sobre o bloco à frente e apoiou-se com os braços. Rompeu os tendões de

ambos os ombros, quebrou três dentes e o maxilar superior. Nesse caso, o processo de umidificação exigido para a furação contribuiu para tornar o bloco instável, causando o seu deslocamento inesperado.

Houve a interpretação por parte dos operadores que estavam no local de que o bloco não iria cair.

Nos dois acidentes com recuperação de cunha, levanta-se a hipótese de que **o excesso de água no meio produz muita lama dentro dos furos e sob os blocos, o que pode enviar sinais diferentes dos conhecidos com o ambiente seco**. Os barulhos, o comportamento da rocha, o momento de cessar as batidas são diferentes quando se tem lama e quando se tem terra seca e fofa sob os blocos. Os gestos, o modo operatório, os componentes da atividade que era conhecida em bem apropriada pelos trabalhadores, já não garantem mais a segurança nesse novo ambiente repleto de água.

#### **Caso 4: quebra de clavícula por choque de pedra projetada**

O tombamento de lâmina de rocha grande é feito com três operadores: um no trator, um na máquina que faz o macaco hidráulico funcionar e um observando o macaco hidráulico.

As tarefas são interdependentes. A primeira etapa para o tombamento da lâmina de aproximadamente 150 toneladas é a realização de furos com uma máquina que faz a furação, em seguida coloca-se a massa expansiva com água e, depois de aproximadamente 12 horas, a pedra ficará deslocada. A preparação para a tarefa de tombamento consiste em abrir um buraco na rocha onde é colocado o macaco hidráulico que inicia o deslocamento. Para a rocha não voltar é colocada uma pedra grande como calço. No local onde a lâmina cairá, foi preparada anteriormente uma “cama” de barro para evitar que a rocha sofra rachaduras com o impacto. Antes da umidificação essa cama era composta de terra seca e ao tombar a prancha ocorria a suspensão dessa terra com grande quantidade de poeira de sílica. Após a umidificação a terra fica mais compactada com a água, formando um barro e não ocorre mais a suspensão de poeira de sílica. No entanto, se o barro da cama estiver muito molhado este será lançado em várias direções, com bastante velocidade e a vários metros de distância.

O acidente ocorreu quando esse barro projetado continha pedras e uma delas atingiu um trabalhador, quebrando seu ombro, quando ele estava trabalhando na bancada de cima a aproximadamente 100m de distância do local de tombamento.

Segundo o relato, o trabalhador acidentado teria sido avisado para sair do local, mas continuou a trabalhar, pensando que a queda ainda iria demorar e que daria tempo para ele terminar sua tarefa que já estava no fim. A tarefa que ele estava realizando não era sua atividade habitual. Ele foi chamado, por ser marteleteiro, para fazer uma furação que serviria para fixar a máquina de fio diamantado. Havia essa necessidade de fixação da máquina, porque o terreno onde ela ficaria apresentava declive, e por esse mesmo motivo, esse trabalhador utilizava cinto de segurança atado à máquina. Quando o trabalhador foi solicitado a sair do local, ele pediu que esperassem, pois faltavam menos de cinco minutos para concluir a furação, e então ele poderia retornar à sua atividade normal. Nesse mesmo momento ocorreu o tombamento da prancha. Os operadores que estavam perto, inclusive o encarregado que tinha ido até lá para solicitar sua saída, correram para se proteger porque viram que o barro vinha em suas direções. O trabalhador que foi atingido também tentou correr, mas por estar preso ao cinto, não conseguiu fazê-lo.

Minutos antes do acidente, a gestão de segurança da empresa se ateve à solicitação de que os operadores interrompessem suas atividades e abandonassem o local, priorizando a continuidade de outra atividade, que eles julgaram representar um risco naquele momento. Contudo, não houve um planejamento das atividades que considerasse os tipos de interferências, que a decisão de implementar uma tarefa tem sobre outra. As possibilidades de interações não foram consideradas na coordenação dessas atividades, deixando fragilizada a segurança. O acidente, portanto, não se explica apenas pela negligência do perigo ou imprudência na avaliação do risco, mas requer que se analisem essas situações corriqueiras e os julgamentos de quem as vivem cotidianamente.

Outro ponto importante que esse acidente revela é que o que era bem conhecido dos trabalhadores era a projeção de poeira e pedras no momento da queda da prancha, mas **com presença de água em abundância, a “cama” de terra se torna “cama” de lama, mais pesada e, portanto, passível de atingir maiores distâncias, com maior velocidade.**

### 5.2.1.2 O que os acidentes ensinaram?

Nas entrevistas com os técnicos de segurança das empresas foi nos dito que esse acidentes tiveram como causa o erro humano. O trabalhador deveria saber “ler a rocha”, os trabalhadores não adotaram postura correta ao bater cunhas, o trabalhador não obedeceu a ordem de se afastar. Esse tipo de explicação a posteriori não permite a compreensão sobre o que, no processo de trabalho e durante a atividade, favoreceu ou provocou que o trabalhador escolhesse tal modo de agir.

Os modelos de prevenção dominantes tendem a se ater aos fatores humanos na análise de acidentes sem, no entanto, considerar os aspectos subjetivos e os fatores condicionantes e determinantes do comportamento do trabalhador durante a atividade.

Nesta tese utilizamos a noção de erro conforme a conceituação de abordagem ergonômica sobre segurança industrial.

*“Um erro é, geralmente, o resultado de uma situação em que um operador e/ou uma equipe não puderam utilizar as suas competências por razões ligadas à **concepção dos sistemas, à interface, à organização, à formação...**” (DANIELLOU, SIMARD ET AL., 2009 p.59 grifo meu)*

Essa conceituação nos interessa particularmente porque ela nos chama a atenção para a ideia de concepção de sistemas como podendo levar a um erro. Nos casos aqui apresentados, a não reconcepção do sistema após implantar a inovação parece ter contribuído para a ocorrência dos acidentes.

Analisando os quatro casos acima relatados depreende-se que o ponto em comum nesses acidentes, e que está relacionado à introdução da água no meio, é o desconhecimento sobre o comportamento da rocha em presença de água. No caso 1, a água pode ter favorecido o descolamento do filete de cristal do maciço de granito e provocado o desmoronamento do volume secundário; nos casos 2 e 3, a presença de água alterou o que se conhecia como sinais da ruptura e separação do bloco quando da atividade de bater cunhas; e no caso 4, a água transformou a poeira em barro mais pesado passível de ser lançado a distâncias e direções não controláveis.

A introdução de uma inovação provoca alterações no sistema e na atividade de forma que os sinais que antes eram bem conhecidos e as tomadas de decisões baseadas nesses

sinais, que antes se mostraram pertinentes e eficientes, podem não funcionar mais. Os quatro casos relatados são bons exemplos dessa situação. Esse é um momento delicado na implantação de mudanças, pois quando não se pode interpretar devidamente os sinais por desconhecimento, por serem percebidos como menos importantes, ou por serem ambíguos, há a tendência por se guiar por outro sinal que sugira que tudo está bem, e então o acidente acontece (LLORY, 1999).

O que se pôde aprender com os acidentes relatados sobre o comportamento das rochas e riscos de quedas dos maciços são representações possíveis de serem feitas após a ocorrência dos acidentes. As percepções dos trabalhadores sobre o meio e o produto do trabalho, sobre os momentos de ruptura da rocha, por exemplo, são subjetivas e podem ter se mostrado eficazes em várias outras situações. Mas o acidente vai mostrar que elas estavam equivocadas ou não eram mais válidas após a introdução da inovação e de um novo componente do meio onde acontece a atividade de trabalho. No entanto, essas avaliações subjetivas quase nunca são resgatadas nas análises de acidentes que se limitam à uma descrição de eventos objetivos, classificados como falhas (LIMA, 2005).

Mas elas possuem uma riqueza de informações para o campo da prevenção que não deve ser menosprezada. Indicam por exemplo, o quanto o novo artefato modificou o modo operatório, ou o esquema mental que antecede a ação, ou os gestos. Outros elementos importantes a serem considerados são: avaliar se a concepção do novo artefato considerou as alterações nas atividades; os novos riscos que ele pode aportar; implicações nas tarefas concorrentes e nas complementares, sejam as que antecedem ou as que precedem a atividade diretamente relacionada com a inovação.

### **5.2.1.3 Dificuldades encontradas**

Pode-se dizer que o primeiro problema enfrentado foi o excesso de poeira de sílica no ambiente de trabalho e a exigência de se reduzir a poeira, sem que houvesse conhecimento disponível ou proposta de prevenção para enfrentar essa situação.

A norma genérica e universal indicou o que é “justo”, como deveriam ser as coisas baseando-se num compromisso social formalizado por uma lei, ultrapassando assim as dimensões de uma empresa particular (DAVEZIES, 1993). Posicionando-se sobre um princípio – a segurança e a saúde -, um valor abstrato e desconectado do “resto”, e do

trabalho em particular, a norma se desviou da própria questão de sua aplicação, que não poderia ser discutida, mas impôs uma inovação impensada sem colocar as reflexões e os ajustes que teriam permitido acompanhar sua trajetória em situações singulares. A prova disso está na fixação da taxa de poeira aceitável: valor sem dimensão, que é preciso alcançar custe o que custar. Mas isso sem evidenciar o caminho para se chegar lá, os elementos em jogo, os fatores da organização, os recursos a serem implantados e, frequentemente, a serem inventados (notadamente pelos trabalhadores), pois não foram pensados (MENDES, PUEYO, *et. al.*, 2012).

Por falta de mercado, os equipamentos não haviam sido desenvolvidos. As empresas mais “ricas” foram buscar no exterior as possibilidades técnicas existentes para o setor mineral. Porém, para a extração, se na Europa a umidificação existia nas perfuratrizes hidráulicas, não existia nada para os martelotes pneumáticos que são majoritariamente utilizados no Brasil, devido às configurações geológicas e topográficas específicas. As empresas começaram, então, a trabalhar internamente, mobilizando seus próprios empregados para encontrar uma solução: engenheiros para as grandes empresas, e trabalhadores de chão de fábrica para as demais. Fizeram ainda múltiplas tentativas de adaptações nas ferramentas existentes (perfuratrizes, lixadeiras, politrizes...) ou introdução de novas ferramentas. Ocorreram transtornos e mudanças em consequência da umidificação, e isso sobre a atividade de trabalho, a qualidade, o tempo de produção, o material, a segurança, o efetivo, as frentes de trabalho etc.

Apresentaremos as dificuldades focando nos equipamentos engendrados para fazer face aos problemas pelas empresas de extração e de beneficiamento separadamente, para melhor compreensão dos processos dada a realidade do trabalho de cada tipo de empresa.

### **Evoluções tecnológicas**

Como já escrito na introdução, as ações dos organismos de fiscalização, apesar da norma que obriga a umidificação existir desde 1978, só iniciaram efetivamente a partir de 2002. A primeira dificuldade que as empresas de beneficiamento e de extração se depararam, portanto, foi em relação ao desconhecimento da técnica necessária para reduzir a poeira de sílica nos ambientes de trabalho.

Empresas maiores, com maior poder econômico, partiram em busca de soluções no exterior principalmente na Europa (Itália, Portugal, Alemanha) e na África (Angola e Cabo Verde) em países que são grandes produtores de granito.

Em muitos desses países a umidificação não é obrigatória e, portanto, ainda produzem a seco. É o caso de Portugal, Angola e Cabo Verde. Segundo entrevista com proprietário da Extragran que visitou esses países, ele só encontrou tecnologia umidificada na Itália e Alemanha e apenas nas perfuratrizes hidráulicas, mas não para os martelos pneumáticos. Devido às características de rocha e terreno, a tecnologia hidráulica pode ser amplamente utilizada nesses países, mas não é o caso do Brasil. Nas regiões onde a presença de granito se dá em formações rochosas do tipo “matacão”, ou seja, que não possuem superfície plana, o acesso da perfuratriz não é possível.

### **Na extração**

Das empresas de extração pesquisadas a Extragran se destaca na busca por soluções e tanto a Extramed quanto a Extrapeq compraram a tecnologia “pronta” fabricada e comercializada pela Extragran.

### **Tecnologia Coifa**

Em 2005, a primeira alternativa que a empresa encontrou para solucionar o problema da poeira de sílica foi a inserção de água por uma coifa (conforme foto a seguir). Esta tecnologia foi idealizada pela Extragran e vendida às outras duas empresas aqui pesquisadas, além de muitas outras do ramo.



**Martelete-pneumático**

**Mangueira de ar  
comprimido que faz a  
sucção da poeira**

**Mangueira de água**

**Coifa**

Foto: martelete pneumático com adaptação de coifa para controle de poeira

Essa adaptação consiste em um sistema de sucção da poeira e de sua umidificação dentro da coifa. Dessa forma, são necessárias duas mangueiras, uma por onde passa o ar comprimido e outra para passar a água, que vai umidificar a poeira e evitar assim sua suspensão.

Um primeiro problema surgido com essa nova tecnologia foi devido à sua ineficiência. A lama produzida com esse tipo de umidificação era depositada a uma distância de um metro da perfuração, mas, por conta do vento e do calor, ela secava rapidamente e poderia facilmente ficar em suspensão de novo.

Um segundo problema foi a ligação das mangueiras de ar, pois uma bomba fornece o ar comprimido para cerca de cinco marteleiteiros e, quando um operador encerrava seu trabalho e iria mudar de prancha, ele desligava a sua mangueira da bomba de ar. Como na bomba estavam conectadas várias mangueiras, por vezes, ele não conseguia identificar corretamente qual era a sua mangueira e desligava a de outro colega. Isso se revelou como problema quando eles perceberam que, ao não ter ar para fazer a sucção da poeira, a água escorria para dentro do furo e ali se formava uma lama que endurece rapidamente e impede a retirada da haste que faz a perfuração. Mas não era apenas ao desligar a mangueira da bomba que isso acontecia. O ar comprimido é também o responsável pelo funcionamento do marteleite, e sempre que um marteleiteiro desligava a ferramenta para, por exemplo, verificar o prumo da furação (eles retiram o marteleite

sem retirar a haste e verificam o prumo da haste, é necessário fazer isso até os 3,20m de profundidade, depois a haste se estabiliza, sendo que cada haste mede 0,80m) acabava escorrendo bastante água no furo.

Mas, normalmente, a água escorria bastante por todo o ambiente, o que era inclusive desejável do ponto de vista da eliminação da poeira, e os trabalhadores estavam sempre construindo barreiras para que ela não escorresse para dentro dos furos. *“Para trabalhar com a coifa no começo foi muito difícil! Para o tombamento de uma prancha às vezes sobem sete, oito marleteiros, então aqueles que ficavam em cima tudo bem, mas os que ficavam embaixo... a água escorria nos furos, formava a lama dura e para retirar a haste... tinha muitas vezes que não retirava não, era uma desgraça”* (marleteiro).

Enfim, após vários episódios de perda de haste e, portanto, perda também de tempo e de energia física e psíquica, os trabalhadores retiravam a coifa e seguiam a perfuração sem umidificação. *“Se não tinha ninguém olhando, o técnico de segurança ou o encarregado, então a gente tirava a coifa e fazia sem (a coifa) para poder trabalhar melhor e mais tranquilo”* (marleteiro).

Os trabalhadores disseram que, durante o período de utilização da coifa, o trabalho se tornou muito cansativo, tanto física quanto psicologicamente. *“Ah dava muita raiva na gente, só de lembrar eu já tenho raiva, a gente podia juntar quatro, cinco, se matar de fazer força que não tirava a haste, não saía de jeito nenhum, só explodindo depois, mas em geral, perdia mesmo”*. A consequência foi o pedido de demissão de vários trabalhadores que preferiram voltar para o cultivo do café. Desses, a maioria retornou ao trabalho na extração depois de algum tempo.

Para a perfuração feita com perfuratriz hidráulica, a empresa havia comprado uma máquina italiana, a qual possuía uma coifa que sugava a poeira que passava por um filtro dentro da máquina e na sua parte traseira era descartada no solo a cerca de 2,5m. A poeira que ficava no filtro era mais fina e a descartada era de grãos mais grossos, portanto menos provável de serem inalados. Essa solução respeitava os limites de tolerância exigidos pela fiscalização. No entanto, esse filtro precisava ser limpo de duas a três vezes por semana e a técnica para limpá-lo era jogando ar comprimido. Dessa forma, toda a poeira ali retida ficava em suspensão e era facilmente inalada por todos à volta.

Mesmo se do ponto de vista dos trabalhadores a solução para a perfuratriz e para os marteletes pneumáticos não era boa, a empresa estava bastante satisfeita, a ponto mesmo de entrar com pedido de patente pela coifa e ter vendido esse equipamento para várias outras empresas. As outras duas empresas de extração estudadas nesta pesquisa compraram o sistema da coifa da Extragran.

Talvez eles estivessem satisfeitos por não terem notado as dificuldades enfrentadas, principalmente porque os trabalhadores encontravam soluções (construíam caminhos para desviar a água do meio, evitando que caísse nos furos, ou faziam outra perfuração ao lado daquela com a haste presa, ou mesmo, não utilizavam a coifa). A perda das hastes e brocas que ficavam presas não foi sentida pelos gestores, porque antes da umidificação era grande o número de brocas rompidas, e mesmo de hastes rompidas devido ao superaquecimento que o atrito com a rocha provocava. A perda de material continuou ocorrendo com frequência bastante semelhante, segundo um encarregado, porém por motivos diferentes.

A empresa se deu conta das falhas nesses dois sistemas somente após ação da fiscalização que verificou a ocorrência de poeira respirável no momento da limpeza do filtro, no caso da perfuratriz hidráulica, e da suspensão, pela ação do vento, da poeira rejeitada à proximidade dos trabalhadores no caso da coifa do martele pneumático. Embora a fiscalização tenha identificado falhas nas soluções propostas e as recusado, nenhuma outra alternativa foi apontada.

Em síntese, a introdução da coifa trouxe como problemas: a ineficiência no controle do fator de risco, a poeira continuava no ambiente após a secagem; dificuldade na identificação da mangueira de ar comprimido; impedimento para visualização do prumo da perfuração; escorrimento da água dentro das furações; hastes presas dentro dos furos; perda de material e de tempo; e, finalmente, a recusa dessa técnica pela fiscalização.

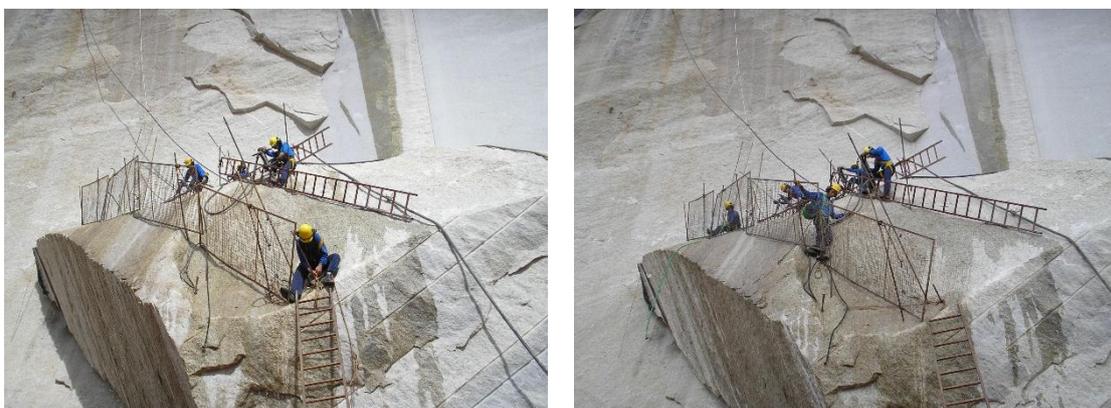
### **Tecnologia Martetele Pneumático com duas agulhas**

Em 2007, a empresa Extragran formou um grupo de trabalho constituído por um engenheiro de minas, um engenheiro de segurança, dois técnicos de segurança e dois trabalhadores experientes. Essa equipe solicitou diretamente ao fabricante de martele pneumático a adaptação para introduzir a umidificação através da inserção de duas

agulhas dentro do marteleto, sendo uma com água e outra com ar comprimido de modo que o ar injetado sob pressão força a injeção de água dentro da perfuração, por outro lado essa pressão sobre a água fazia com que parte dela se exteriorizasse formando como que uma saia de água.

Os trabalhadores não ficaram satisfeitos com essa solução porque se molhavam muito. No início da perfuração, o jato de água era projetado em todas as direções e havia o risco de atingir os olhos (o que ocorreu diversas vezes, segundo relato dos trabalhadores).

Outro problema de ter o ambiente todo molhado é devido ao fato de que o solo se torna bastante escorregadio, principalmente nas rochas chamadas de matacões que são irregulares e com muitas faces inclinadas. O acesso ao espaço de trabalho nem sempre é fácil. Muitas vezes trabalha-se em blocos com 10m de altura ou mais e não há escadas fixas disponíveis, pois a frente de trabalho muda muito e perde-se tempo para fixar uma escada que, talvez, não seja mais usada já no dia seguinte. E mesmo onde há acesso e não se está em grandes alturas (conforme fotos abaixo), quando o bloco está sobre a cama de barro, esse “solo” pode ser instável e inseguro, como estava nos casos dos acidentes 2 e 3 já relatados.



As fotos acima ilustram a dificuldade de acesso e os riscos de escorregões, portanto a necessidade de se colocar telas protetoras e de se usar cintos de segurança contra quedas

O marteleto com duas agulhas funcionava bem para perfurações que vão até 10m, mas para maiores profundidades a pressão de ar comprimido não é suficiente para retirar a lama de dentro do furo, com isso muitas hastes continuavam ficando presas todos os dias.

A empresa Extrapeq, que raras vezes faz perfuração mais profunda do que 10m, adotou essa solução apenas em 2009. Mas mesmo para essa empresa se colocou um problema que é o fato de ser difícil ter água em abundância para abastecer as frentes de trabalho, algumas vezes eles precisam alugar um caminhão pipa para fornecer toda a água necessária (segundo relato do proprietário).

Em síntese, os problemas gerados com a introdução de duas agulhas no martetele pneumático foram: projeção de água no corpo dos trabalhadores e no meio; endurecimento da lama dentro dos furos mais profundos; as hastes ficavam presas dentro dos furos; perda de material e de tempo; necessidade de haver água em abundância.

### **Tecnologia Martetele pneumático com uma agulha e água sob pressão**

Várias empresas passaram a utilizar a adaptação com duas agulhas dentro do martetele. Mas a empresa Extragran não estava satisfeita com a perda das hastes que muitas vezes continuavam presas, apesar dos esforços dos trabalhadores.

O grupo de trabalho solicitou uma nova alteração no martetele, desta vez com apenas uma agulha de água, mas perceberam que para perfurações acima de 20m de profundidade a pressão de água não era suficiente. Eles fizeram testes e concluíram que colocando uma caixa de água com aproximadamente 500m de altura em relação ao ponto de furação a pressão foi suficiente para perfurar até 100m de profundidade, para profundidades maiores não foi feito o teste por não acharem necessário. A pressão obtida é em torno de 7kg/f; quando não é possível a colocação da caixa de água em altura suficiente, usa-se uma bomba de água que dê essa pressão. Ao finalizar o furo, eles desligam o martetele mas deixam a água “lavando” os furos até perceberem que saiu toda a lama.

Esse mesmo grupo de trabalho também solicitou ao fabricante de perfuratriz hidráulica uma adaptação com agulha de água que solta a água na ponta da haste junto à broca.

Essa etapa de teste durou cerca de um ano. Foi a partir de 2009 que o problema da poeira de sílica e da introdução da umidificação foi considerado resolvido. Atualmente, se o ponto de perfuração está localizado longe da bomba ou da caixa de água, no caso de se abrir uma frente nova de extração, por exemplo, os trabalhadores carregam um

balde de água para fazer os primeiros furos para fixação da caixa de água e só então prosseguem com a sequência de produção. E se o encarregado de equipe solicitar um serviço onde não se consegue levar água, os trabalhadores chamam o técnico de segurança e lhe pedem que interceda em favor deles. Neste caso, o direito de recusa do trabalho em risco é garantido. Na época da coifa o técnico de segurança era “*persona non grata*” entre os trabalhadores, que se desviavam das regras para garantir a produção. Após a apropriação da umidificação, os trabalhadores passaram a solicitar ajuda desse profissional nas negociações com seus superiores.

A dificuldade desta tecnologia está em obter água em abundância e com pressão necessária para fazer furos mais profundos.

### **No beneficiamento**

Apesar da norma que exige a umidificação ter sido publicada em 1978, foi somente em 2007, após várias ações civis públicas iniciadas após denúncias dos sindicatos dos trabalhadores e aplicadas pelo Ministério Público do Trabalho, que as empresas efetivamente começaram a se preocupar em encontrar meios para utilizar a água no processo de produção.

### **Adaptação com mangueira de água**

A primeira tentativa foi baseada numa adaptação, feita pela própria empresa, com a colocação de uma mangueira de água presa à ferramenta de corte e de polimento. Esta adaptação reduz a poeira mas, introduz um novo risco que é o de choque elétrico. Como a ferramenta é elétrica e possui uma abertura para ventilação do motor, a água entra por essa abertura e conduz corrente, que tão mais facilmente atinge o trabalhador que também está com o corpo molhado pela água.

Para lidar com esse risco a empresa Benegran, seguindo instruções da matriz espanhola, comprou EPIs (avental plástico, luvas e botas) que evitariam que os trabalhadores ficassem molhados. Como o ambiente é bastante quente, por ser uma região de muito calor no Brasil (Espírito Santo), a empresa optou por um plástico bem leve e fino no avental, no entanto, justamente por essa leveza, ele colava-se à peça de granito molhada atrapalhando os gestos e modos operatórios dos trabalhadores. Mesmo com todos esses esforços, os choques elétricos continuaram ocorrendo. Ainda em 2007, a fiscalização

retornou à empresa para avaliar as mudanças e medidas tomadas e recusou a adaptação que eles haviam feito com a mangueira e a proteção (improvisada) de borracha, devido aos relatos de choques elétricos.

Outro problema ligado à introdução da água para os trabalhadores foi a dificuldade em visualizar os traçados, pois a água com lama apagava o traçado feito na peça para orientar o corte

Ainda concernente à visão, o fato da água ser frequentemente projetada contra os olhos dos trabalhadores trouxe outra dificuldade. A empresa, então, comprou óculos de proteção. No entanto, a água projetada sobre os óculos também impedia a visualização e isto provocava diversas paradas durante o trabalho para limpar o EPI, gerando perda de tempo e atraso na produção.

Outro problema foi com relação ao controle de qualidade durante o trabalho. Sem a poeira, os trabalhadores perdiam os parâmetros para saber se o corte ou o polimento estavam bons. *“A gente sabia pela quantidade de poeira que subia, sem a poeira a gente ficou sem saber”* (trabalhador da Benemed). Eles controlavam a qualidade no processo feito a seco, mas a introdução da água atrapalhou a percepção do resultado, que só poderia ser avaliado após a secagem da peça. Eles tinham a impressão de que o trabalho já estava finalizado, ou seja, de que a peça estava bem polida, mas após secagem ao sol eles notaram que o brilho não era o desejado, segundo critérios da empresa e dos clientes

A consequência, no final, foi a recusa dessa solução pela fiscalização devido aos choques elétricos.

### **Adaptação de fábrica**

Em 2008, após solicitação da empresa, os fabricantes passaram a vender ferramentas já com uma proteção de borracha contra choques. A empresa então começou a utilizá-las e a fiscalização aceitou essa nova proteção colocada pelo fabricante.

Porém, a dificuldade surgida ao se introduzir a umidificação relacionada à avaliação da qualidade do trabalho de polimento continuou. Os trabalhadores que faziam o polimento das chapas possuíam um dado parâmetro de brilho a ser buscado. Ao fazerem o trabalho

com água, eles tinham a impressão de já terem atingido o tal brilho, mas após a secagem da chapa percebiam que aquele brilho visualizado não era real. “*A água dá um falso brilho na chapa*” (trabalhador).

Entre 2008 e 2009, a empresa constatou um aumento importante nos serviços de manutenção das ferramentas elétricas, mesmo daquelas que vinham com a proteção acrescentada pelo fabricante, tendo durabilidade inferior a três meses. Além do aumento no custo da ferramenta em si, houve também aumento no custo das lixas de corte e de polimento que se deterioravam com facilidade em contato com a água.

Não é preciso muita reflexão para concluir que um dispositivo elétrico em presença de água representa risco potencial de choques elétricos. Talvez a ausência de um SESMT possa ter contribuído para se manter essa adaptação que gerava outros riscos.

### **Tecnologia pneumática e abrasivo em cerâmica**

Em 2009, os abrasivos tradicionais foram trocados por um material cerâmico de custo mais elevado, mas também de maior durabilidade. Após os primeiros testes, observaram ainda que o brilho atingido com este tipo de abrasivo era de melhor qualidade. Também foi trocado o sistema elétrico por acionamento pneumático a ar comprimido. Foram necessários grandes investimentos financeiros na compra de novas ferramentas, instalação de sistema de ar comprimido e despesas com aumento do consumo de eletricidade (para o funcionamento do compressor). No entanto, não tiveram mais gastos com manutenção das ferramentas, nem com a troca delas. “*A elétrica eu trocava a cada três meses, pneumática eu tenho uma de dois anos já, não preciso trocar*” (encarregado).

O sistema pneumático resolveu o problema das manutenções e perdas de equipamento, mantinha a eficiência mesmo em contato com água, mas trouxe dificuldades para os trabalhadores. A primeira é relativa ao peso. Enquanto a elétrica pesava cerca de 7kg, a pneumática pesava apenas 1,5kg. O que deveria trazer mais conforto para o trabalhador, inicialmente significou custo psíquico. O saber-fazer que eles possuíam parecia não servir mais. A ferramenta menor e mais leve exigia um gestual bastante diferente. Além disso, com 5,5kg a menos na pressão sobre a chapa de granito, seja para cortá-la seja para poli-la, a produção ficou mais lenta.

Um problema que ainda persiste nas empresas Benemed e Benepeq é a impossibilidade de se fazer corte em curva. A ferramenta pneumática que eles possuem não permite esse tipo de corte porque ela provoca um atrito que a força da pressão do ar comprimido não suporta. Os trabalhadores tentaram fazer esse corte de diferentes maneiras sem sucesso. Existe no mercado uma ferramenta própria para o corte em curva, mas ela é mais cara que a elétrica e a empresa optou por não comprá-la, por considerar muito pouco frequente a demanda por serviços de corte em curva, portanto a relação custo benefício não lhes parecia favorável.

Em síntese, os problemas enfrentados foram: dificuldades e novos riscos para os trabalhadores, perda da qualidade do brilho (mas positivos no caso do abrasivo cerâmico), aumento dos custos de manutenção e de insumos, investimentos financeiros, atraso na produção, impossibilidade de corte em curva.

#### **5.2.1.4 A questão dos transtornos (primeira hipótese)**

Retomando a primeira hipótese desta pesquisa que questiona os efeitos que uma inovação pode aportar, mesmo em se tratando de mudanças com vistas à prevenção, os resultados obtidos demonstraram que inicialmente a introdução da umidificação implicou em várias desordens, obrigando todo o sistema a se reordenar.

Duas questões nos chamam a atenção no que tange à questão dos transtornos: a primeira é que, embora o que se buscava fosse uma solução para um problema de risco à saúde, os prevencionistas não participaram da fase de projeto; a segunda é que esses mesmos prevencionistas também não participaram da fase de implantação da inovação, deixando a segurança do sistema fragilizada, o que possibilitou a ocorrência de acidentes e diversas outras desordens de produção.

Faz-se importante considerar que o que estava em jogo era apenas a prevenção contra as pneumoconioses e esse foi o foco dos projetos para implantação do processo umidificado. A equipe de prevencionistas não participou do projeto nas empresas médias e pequenas, mas nas grandes teve sua contribuição apenas no sentido de cumprimento da norma. A prevenção de novos riscos não fez parte do projeto.

A grande preocupação das empresas estava centrada na captação de água e, principalmente, nos equipamentos que deveriam passar por modificações para poderem

funcionar com água. O que algumas gotas de água poderiam trazer como potencial de insegurança não foi considerado. O que se aprendeu foi que não se tratava de apenas algumas gotas de água, mas sim, de água em abundância, e que essa suposta pequena modificação implicou na necessidade de alterações em todo o sistema.

As principais desordens provocadas para as empresas de beneficiamento foram relativas a novos riscos à saúde, perda de qualidade, aumento de custos de manutenção e insumos, aumento nos investimentos financeiros, atraso na produção, necessidade de replanejamento da produção (em dupla), ampliação do horário de funcionamento da empresa (dois turnos ou mais), dentre outros menores.

Já nas empresas de extração as desordens foram: perda de material e de tempo de produção, necessidade de haver água em abundância, riscos à segurança (os acidentes relatados ocorreram na extração) e riscos à saúde por aumento da carga de trabalho em posições penosas.

O que havia sido pensado em termos de inovação era apenas uma mangueira de água e o que se teve foi uma sucessão de problemas. A cada nova alteração na ferramenta, surgiam novas dificuldades. Inicialmente as dificuldades foram sendo sentidas apenas pelos trabalhadores, e foram também por eles sendo resolvidas na situação imediata. A diversidade de situações é característica inerente à atividade de trabalho e pode ser também necessária para o bom funcionamento dos sistemas socio-técnicos (WISNER, 1994), no entanto ela é elucidativa dos problemas e fonte rica de oportunidade de melhoria e aprendizado do sistema quando os projetistas estão atentos para isso (BÉGUIN, 2003, WINTERS & MOR, 2008).

A capacidade do ator humano, no caso, os trabalhadores, em mobilizar e construir novos modos operatórios e modificações no artefato de forma que a atividade seja possível de ser realizada e que os problemas sejam contornados foi amplamente discutida tanto por teóricos da segurança como por autores da ergonomia de concepção (WISNER, 1985, RABARDEL, 2001, AMALBERTI, 2004, DANIELLOU, 2006, BÉGUIN & DUARTE, 2008, HOLLNAGEL, 2010).

A grande contribuição desses teóricos foi a de apontar que os trabalhadores são mais do que um fator humano da organização, eles são os atores humanos nas empresas

(WEILL-FASSINA, 1993). Eles desviam as regras e não seguem estritamente as prescrições porque as variabilidades de uma atividade nem sempre podem ser controladas e totalmente previstas, de forma que as prescrições não abrangerão todas as situações com as quais os atores devem lidar no cotidiano e rotina de trabalho. Eles adaptam a atividade para alcançar um resultado perto do esperado (MONTMOLLIN, 1986), ou porque as regras não condizem com o que é possível fazer em determinadas situações, ou porque uma regra pode ser incompatível com outra (DEKKER, 2001).

Esta pesquisa revelou que foi na atividade que as desordens foram possíveis de serem organizadas. A atividade foi integradora para o sistema, ela organizou os componentes da situação de trabalho, de maneira que foi possível alcançar um resultado. Essa dimensão integrativa da atividade foi discutida por Béguin (1997), que enfatizou a importância de se considerar o trabalho como fator integrador do projeto. A atividade deve ser considerada no projeto no sentido de acompanhar as dificuldades e desordens e de analisar como se dá o uso do artefato inovador. Essa é a tese de que a concepção continua no uso (HUBAULT, 2004, BÉGUIN, 2007, ABRAÇADO, 2013).

Essa ideia de que o projeto continua no uso e de que se deve fazer a passagem do fator humano para ator humano é importante e interessante por permitir revelar aspectos do trabalho a partir das desordens que a inovação provoca. Nos casos relatados, a dificuldade em visualizar o traçado de corte foi resolvida na atividade com alterações no modo de planejamento da tarefa, no modo operatório, nos gestos que os trabalhadores foram criando e desenvolvendo durante a atividade. Os problemas das hastes presas dentro das perfurações no processo de extração eram resolvidos na união dos trabalhadores e no conhecimento passado coletivamente - eles discutiram muitas vezes entre si e testaram novas formas de se fazer a furação e, assim, conseguiam lidar com o problema, mesmo se não conseguiam resolvê-lo na sua fonte, ao menos podiam alcançar os objetivos de produção.

A situação de desordem se resolveu na atividade. O sistema foi recolocado em ordem porque as pessoas se esforçaram para isso. É sabido que segurança e produção estão em constante conflito e que é na atividade, sob a exigência do real, que as tensões entre objetivos diferentes são resolvidas (WISNER, 1994).

O papel do ator humano num sistema concebido sem se considerar a atividade é bem próximo ao que Canguilhem<sup>3</sup> chamou de heroísmo:

*“o herói é aquele que, uma vez que os sábios não resolveram o problema, não evitaram que o problema se apresentasse, vai encontrar, vai inventar uma solução. Naturalmente, ele só pode inventar a solução em situações extremas, só pode inventá-la no perigo (...) Onde há sabedoria, não se precisa do heroísmo, e quando o heroísmo aparece, é porque não houve sabedoria”*  
(CANGUILHEM, 2005, p87)

A concepção que não se atém à atividade é, portanto, desprovida de sabedoria. A abordagem da ergonomia de projeto que enfatiza a necessidade de participação dos trabalhadores dando-lhes voz para expressarem os problemas que surgiram e a forma como eles modificam o artefato e/ou o modo operatório para fazê-lo funcionar é um dos caminhos possíveis para se alcançar uma sabedoria em projetos que dispense a necessidade de heroísmo.

As estratégias de reordenação do sistema durante a atividade dos operadores se traduziram por um processo de apropriação da nova tecnologia. A seguir, discutiremos como a apropriação se deu na relação do trabalhador frente ao artefato adaptado ou construído para funcionar com água e, também, como não só os operadores tiveram que se apropriar dessa tecnologia, mas sim todo o sistema.

### **5.2.2 Apropriação (segunda hipótese)**

A segunda hipótese levantada neste estudo é a de que, frente a esse novo agenciamento e essas novas perturbações do sistema de trabalho, os operadores não ficam passivos. Eles tentam encontrar soluções para continuar a produção, seja rejeitando a inovação quando ela é muito discordante do sistema (metas, objetivos, materiais, processo de trabalho, espaço, tempo de produção, qualidade do produto, conforto), seja integrando o novo dispositivo, o que implica processos de apropriação. Essa apropriação se dá em outro nível que não somente o do face a face entre o operador e o artefato, mas no nível sistêmico e de sua recomposição.

---

<sup>3</sup> Este autor publicou esta obra em 1955, porém a primeira edição em português encontrada é da editora Forense Universitária publicada em 2005.

### **5.2.2.1 Apropriação pelos trabalhadores**

A apropriação se dá quando o trabalhador enfrenta os problemas gerados pela inovação técnica seja alterando-a, modificando o modo de operar o instrumento (apropriação instrumental), assimilando-a corporalmente desenvolvendo novos gestuais e posturas (incorporação), e, ao longo do tempo, essa inovação ganha novos significados simbólicos e culturais (apropriação cultural).

#### **Na extração**

No setor de extração do granito, a primeira alternativa para resolver a questão da poeira nos ambiente de trabalho foi a introdução da coifa, que provocou várias desordens como: a poeira continuava no ambiente após a secagem; dificuldade na identificação da mangueira de ar comprimido; impedimento para visualização do prumo da perfuração; água escorrendo dentro das furações; hastes presas dentro dos furos; perda de material e de tempo; não aceitação dessa solução pela fiscalização.

Para lidar com as dificuldades impostas pela coifa, os trabalhadores utilizaram algumas estratégias importantes.

Em relação à identificação da mangueira de seu martetele no momento de desligá-la da bomba de ar comprimido, o trabalhador seguia a mangueira segurando-a ou apenas visualmente. Mas eles relataram que não era muito eficaz essa solução e frequentemente desligavam a mangueira errada.

Quanto à dificuldade de visualização do ponto de se iniciar a perfuração e o prumo a ser mantido a alternativa era: para começar uma perfuração, como há uma marcação na rocha que indica onde o furo deve ser feito, eles retiravam a coifa para poder visualizar bem essa marcação e, depois de perfurados alguns centímetros, colocavam a coifa novamente. Quanto ao problema do prumo, reorganizaram o trabalho designando um marteteleiro mais experiente (chamado de passador), que fazia os primeiros 3,20m de todos os furos. Ele os fazia com calma, parando para verificar o prumo, evitando sempre que a água caísse nos furos. Deixava a haste e fazia outro furo até 3,20m logo ao lado (cerca de 15cm a 20cm) usando a direção do primeiro como referência. Fazia isso em todos os furos da prancha, ou seja, em torno de 10 a 15 furos para uma prancha com 20m de largura. É uma atividade de grande responsabilidade, pois uma pequena

diferença de centímetros no prumo da haste no início pode, ao final de 40m ou 60m de profundidade, significar a perda do bloco ou muita dificuldade na separação dele. A partir de 3,20m de profundidade até cerca de 40m, 60m ou mais, são outros marteleteiros que continuam a perfuração. Segundo os marteleteiros, após 3,20m não é mais possível perder o prumo, no entanto, fica mais difícil retirar a lama se ela se formar.

De qualquer maneira, o problema da água que escorre para dentro dos furos e a lama que prende a haste pode ocorrer durante qualquer etapa da perfuração. A estratégia de enfrentamento dessa dificuldade foi criar, com terra, barreiras para a água, de forma a desenhar um “caminho” por onde a água poderia escorrer sem atingir as perfurações.

Já em relação à poeira que continuava no ambiente após a secagem, os trabalhadores não encontraram alternativas para hastes que ficavam presas dentro dos furos, para perda de material e de tempo e à não aceitação dessa solução pela fiscalização.

Foi a empresa, então, que alterou a técnica utilizada, introduzindo duas agulhas no martelete pneumático. O que gerou outras novas dificuldades tais como: projeção de água no corpo dos trabalhadores e no local de trabalho; endurecimento da lama dentro dos furos; hastes que ficavam presas dentro dos furos; perda de material e de tempo; necessidade de haver água em abundância.

Para evitar o acidente devido à projeção de água nos olhos, os trabalhadores colocavam um pedaço de borracha ou o pé logo na saída de água, buscando direcionar o jato de água para outra direção de forma a evitar que a água atingisse os colegas ou a si mesmos.

O excesso de água no chão deixava-o escorregadio. A empresa então comprou novos tipos de calçados especiais com sola antiderrapante, mas é, sobretudo, o bom posicionamento corporal e equilíbrio do próprio trabalhador que evita que eles escorreguem e caiam.

Quanto às hastes que ficavam presas nos furos, os trabalhadores passaram a discutir entre si a busca de soluções. Alguns preferiram fazer uma perfuração completa a cada furo, o que quer dizer que perfuravam trocando de haste a cada 0,80m até a profundidade exigida que pode ser de 10m, 20m, 40m ou 60m, segundo prescrição verbal do encarregado. Mas fazer isso tem um custo físico importante. Durante a perfuração é necessário haver pressão sobre o martelo pneumático para que ele não

trepide tanto e funcione com maior eficiência. Para isso colocam-se “brincos” de peso de 30kg nas duas extremidades do martetele, portanto retirar as hastes a cada 0,80m significa levantar dois pesos de 30kg cada, mais 28kg do próprio martetele. Outros trabalhadores preferem fazer uma sequência de cinco furos deixando as hastes dentro deles e ir aumentando a profundidade a cada passagem, assim evitam o custo físico, mas correm o risco de que a haste fique presa na lama, e, então, é preciso retirar a lama que fica dentro dos furos. Um trabalhador mais experiente conhecia a técnica de injetar ar comprimido dentro dos furos para retirar detritos de pólvora de “fogo falhado” e passou a utilizá-la para a retirada da lama. Então a cada perfuração de 0,80m, eles injetam ar comprimido e isso dá um bom resultado.

### **No beneficiamento**

Os trabalhadores das empresas de beneficiamento se depararam com uma primeira importante dificuldade imposta pela introdução da umidificação nos processos de trabalho, que foi a dificuldade em visualizar os traçados que se apagavam em contato com água e lama. Antes de iniciar o corte, os trabalhadores utilizavam uma régua e um giz para traçar o local do corte na chapa de granito, mas quando existe água que cai sobre a peça de granito, a poeira se transforma em lama que cobre a peça e impede os trabalhadores de enxergar o traçado. Então, passaram a jogar mais água a fim de lavar a lama, mas o excesso de água apagava os traços e era preciso refazer todo o traçado. Para enfrentar esse problema, eles fizeram simulações variando a quantidade de água desde o início do corte, de forma que a lama não ficasse mais sobre a peça. Essa solução melhorou bastante o trabalho, embora tenha introduzido outros dois novos problemas: o risco de receber água projetada nos olhos e o da água apagar o traçado. Mas ao longo do tempo, os trabalhadores foram deixando de usar exclusivamente o olhar para controlar o corte, podendo manter maior distância da peça e com isso evitar a projeção de água nos olhos. Eles desenvolveram um novo modo operatório onde conseguiam seguir o traçado usando o tato. Passaram a utilizar um estilete de maneira que o traço pudesse ser percebido ao passar os dedos sobre ele. Num dado momento, eles nem o tato utilizaram mais, pois já tinham memorizado o traçado sem precisar consultá-lo a todo o momento.

Outro risco introduzido com a umidificação foi o de choque elétrico. A empresa Benegran investiu em EPIs, que impediam que o trabalhador ficasse molhado, mas também trouxe dificuldades no gestual dos trabalhadores pois o avental colava-se à

chapa de granito molhada. Os trabalhadores, então, começaram a desenvolver novos gestuais de maneira a evitar o contato do avental com a peça, por exemplo, fazer o corte com os braços mais esticados, o que provocou dores e agravou o risco de LER/DORT. Descontente com a qualidade dos aventais, o SESMT solicitou a compra de outros mais pesados que não mais se colavam à peça.

Os trabalhadores passaram a enrolar pedaços de borracha na ferramenta, mas essa medida de proteção impedia o resfriamento da máquina. Se eles retirassem a borracha, a água entrava no motor da máquina, muitas vezes com lama (da poeira de granito) e essa sujeira também era causa de desgaste no motor, além de choques elétricos.

Na empresa Benegran, o avental diminuiu a incidência de acidentes com choque elétrico (segundo o técnico de segurança da empresa), porém não resolveu. Nas demais empresas os acidentes eram bastante frequentes (segundo relato dos proprietários e trabalhadores). Os trabalhadores passaram a adotar posturas corporais para evitar terem seus corpos molhados e evitar que a água “espirrada” pela ventoinha da máquina os atingisse. Para não sofrerem o choque elétrico, por exemplo, eles antes procuravam um bom posicionamento em relação à peça para melhor segurá-la e visualizar o traçado, depois passaram a se posicionar em relação ao vento e à ferramenta, guardando distância da água projetada.

Em relação ao controle de qualidade do polimento, era preciso retrabalhar as chapas, por várias vezes até atingir o brilho desejado, sempre esperando a secagem para averiguação mais precisa. Para atacar esse problema a empresa comprou um secador para diminuir o tempo entre a produção e a avaliação de qualidade. Esse equipamento diminuiu o tempo de produção, mas se comparado com o tempo no processo à seco continua mais lento. Ainda buscando atingir o brilho esperado a empresa comprou cera e parafina para “forçar” o brilho, mas após exposição da chapa ao sol, tanto a parafina quanto a cera secavam e a chapa perdia novamente o brilho.

A percepção do polimento que eles tinham antes da umidificação estava baseada no volume de poeira. Desenvolver outra forma de manter o controle da qualidade do polimento foi um dos problemas que mais demoraram a ser resolvidos. As empresas Benegran e Benemed possuem máquina que faz o polimento automaticamente, o trabalhador só observa e opera a máquina. Nessa operação já é calculada a pressão e

tempo para se atingir o bom polimento, mas na Benemed ainda existe polimento que é feito manualmente, quando a máquina não atende à demanda, e na Benepeq é feita exclusivamente no manual. Somente o trabalhador mais experiente é que consegue "acertar" o brilho com uma única passagem, ou seja, sem precisar retrabalhar a peça. A apropriação necessária foi quase exclusivamente cognitiva

Outra dificuldade importante foi no manuseio da nova ferramenta pneumática que, por ser mais leve e movida a ar comprimido e não mais eletricidade, exigiu todo um novo gestual dos trabalhadores. Os trabalhadores tentavam recuperar esse peso, fazendo maior força contra as chapas, mas ao fazer isso o motor parava de funcionar porque a pressão do ar comprimido era menor que a feita pelo trabalhador sobre a ferramenta. Eles tentaram aumentar a rotação da ferramenta, mas mesmo assim o motor parava de funcionar. Finalmente, os trabalhadores se apropriaram da máquina, aprenderam os novos gestos e modos operatórios, mas nada podiam fazer contra o atraso na produção.

Quanto ao corte em curva, quando aparece esse tipo de serviço, os trabalhadores o fazem com a ferramenta elétrica, mas é preciso que um colega os auxiliem, jogando água com uma garrafa sobre o corte para impedir a dispersão da poeira. Devido ao risco de choque elétrico, é mais comum eles fazerem sem água mesmo e utilizando máscara como EPI, no entanto, os trabalhadores que estão na proximidade acabam inalando essa poeira. No caso de fazerem sem água, o abrasivo não pode ser o de cerâmica, eles usam então ferramentas antigas e o abrasivo antigo de papel, pois sem água a cerâmica pode quebrar-se. Ou seja, neste caso houve apropriação individual que permita o trabalho sem risco de inalação de poeira, somente a troca da ferramenta ou o desenvolvimento da atividade em duplas.

#### **5.2.2.2 Apropriação cognitiva, corporal e cultural**

Nos dois casos, tanto na extração quanto no beneficiamento do granito, é possível notar que a apropriação se deu a partir de: gênese instrumental; assimilação corporal no nível dos gestos e das posturas, também no nível cognitivo, notadamente na memória dos traços e planos de ação e também em nível afetivo pela raiva diante das dificuldades, frustração pelos transtornos, e satisfação, quando finalmente se encontrou uma boa solução; ao longo do tempo ganhou uma inscrição simbólica e cultural no seio do coletivo onde a introdução da umidificação ocorreu; mas o sucesso se deu graças à

apropriação que o sistema fez da inovação alterando tarefas interdependentes, qualidade, tempo de produção, material, segurança, efetivo, frentes de trabalho, etc.

Nas empresas de extração, o principal transtorno evocado para os trabalhadores apresentou-se em termos de impasses: impossibilidades de atender os objetivos esperados, perdas de hastes, risco de acidentes, fadiga e desgaste emocional. A umidificação, apesar das obras de engenharia civil que ela demandou, foi pensada, seja como sistema adicional de algo, seja como mudança no artefato (como no caso do martetele pneumático), como se fosse uma troca no essencial idêntica, apenas para evitar os riscos de choque elétrico. Mas em nenhum caso pensou-se como uma total inovação técnica que iria recolocar em movimento o conteúdo e a forma da ação no trabalho. E esse foi exatamente o caso.

Para dar um exemplo, os operadores tiveram que fazer face às perdas de hastes de perfuração. De fato, a perfuração necessita utilizar os marteteles aos quais fora adicionado uma agulha que injeta água até a extremidade da broca e molha a poeira. Mas essa adição da água no ponto de perfuração produz uma lama que endurece rapidamente dentro do furo, prendendo a haste de aço de tal maneira que torna impossível sua retirada. *“Depois que agarra, o aço não sai mais, ou então tem de usar explosivo, aí pode até ser...”* (Marteteleiro)

Para remediar essa situação, os operadores, ao fim de cada perfuração, reuniam-se em grupos de três ou quatro e tentavam extrair a haste, sem, no entanto, ter sucesso na maioria das vezes. Diante desse impasse, tentaram achar outra forma de realizar o trabalho. Tiveram variantes, mas a estratégia mais utilizada foi a injeção de ar comprimido (que é acoplado ao martetele para fazê-lo funcionar) dentro dos furos para expulsar a lama de granito. Esta prática já existia, mas era pouco utilizada e, por esse motivo, pouco conhecida. Ela era usada anteriormente em casos raros de recuperação de fogo falhado, isto é, quando o explosivo falhava, eles faziam essa manobra para retirar a pólvora de dentro do furo. Os operadores encontraram essa técnica trocando informações entre si e testando as alternativas que eles mesmos, discutindo, encontravam. Mas essa estratégia implicava novos riscos, por exemplo, o de ser atingido pela lama espirrada e, alguns casos de acidentes com projeção de lama no olho demonstram a realidade desse risco. Para evitar tal acidente, os trabalhadores colocaram um pedaço de borracha na saída da água junto à haste de aço ou posicionavam um dos

pés em cima do furo, de forma a desviar o jato de água que dali subia, impedindo que fosse projetado sobre eles mesmos, mas também para direcionar esse jato numa direção onde não houvesse um colega trabalhando. Pode-se dizer que, neste caso, revisitar práticas utilizadas anteriormente e para outros fins foi o que lhes permitiu trabalhar.

Nesse exemplo, encontramos os três níveis de apropriação do trabalhador frente ao seu objeto de trabalho. Diante de uma modificação no seu instrumento, a prática usual não funciona mais. É preciso desenvolver novas habilidades, é preciso reaprender a lidar com o artefato modificado.

O fato desses trabalhadores “morarem” nas frentes de trabalho (a maioria permanecia nos alojamentos das empresas durante toda a semana, indo para a casa de suas famílias apenas aos finais de semana ou, em alguns casos, uma vez por mês) facilitou a enculturação. Esse convívio diário durante o trabalho que extrapola para os momentos de descanso, embora possivelmente prejudicial em vários aspectos, fortalece a formação do coletivo. Muitas das soluções encontradas para lidar com vários desafios foram tratadas durante o jantar e nos momentos de descanso, quando podiam conversar com colegas que não ficam nas mesmas frentes. Muitos trabalhadores têm parentes que trabalham juntos, irmãos, pai e filho, tios, outro fator contribuinte para a troca de experiências em prol do mesmo objetivo: como trabalhar com água.

No processo de enculturação, o aprendizado proveniente das interações entre os membros do grupo ou dos grupos de usuários juntamente com os projetistas, num processo de apropriação mútua, é essencial para o sucesso da inovação. No grupo de trabalho que pensava a alternativa para a umidificação na extração havia a participação de um encarregado, que era um trabalhador com bastante experiência no uso de martelo pneumático. Esse senhor também era um dos que dormiam no alojamento e participava das rodas de conversa informal em torno da problemática. Essa situação lhe permitia colher cada vez mais elementos para sugerir alterações no artefato.

Além da contribuição para a apropriação mútua, a enculturação também foi ocorrendo à medida que as dificuldades e sucessos eram partilhadas no seio desse coletivo. A água como solução para a poeira foi ganhando novo sentido no coletivo, o reconhecimento partilhado de que a respiração ficou melhor, a sujeira no corpo, a secreção branca, a poeira encrustada na pele que diminuíram consideravelmente dão significados e

simbolismos diferentes para as tentativas de se trabalhar com água. *“Antes não tinha o que tirasse aquela crosta branca, por muitos anos eu não sabia o que era assoar o nariz sem ser branco, até estranhei. Agora a gente tudo assim, molhado, mas sai limpo, a roupa não fica dura mais, o cabelo, melhorou demais!”*.

As dificuldades, angústias, frustrações eram partilhadas, mas as satisfações também e o sentimento de que poderia ficar melhor se juntos encontrassem uma solução era um dos motores para a apropriação. *“A gente passava a noite sentado aqui discutindo como fazer. Teve gente que no começo desistiu e foi embora. Mas quem aguentou sabia que ia melhorar, não era possível aquela poeira na cara da gente, não estava fácil, mas estava melhor. Agora ficou bom! Sem água eu não trabalho (...) a gente chama o técnico de segurança e reclama com ele. Aí ele que resolve pra nós”*.

O artefato foi ganhando uma natureza social na medida em que suas características foram sendo compreendidas, compartilhadas e difundidas nessa coletividade. O artefato e a técnica foram constituindo antropologicamente o meio. *“Foi o fulano lá da outra frente, ele fazia isso com fogo falhado, tinha aprendido em outra empresa. Chegou e falou para gente como eles faziam lá. A gente tentou e é assim que a gente passou a fazer. Mas esse macete demorou pra gente conseguir. Perdeu foi muita haste. Podia morrer de fazer força que são tirava, junta 5, 6 caras e nada. Agora a gente já sabe como fazer”*.

Essa dinâmica evolutiva do artefato, foi defendida por Theureau (2004) como sendo produzida de maneira social e coletiva num movimento de compartilhamento do que foi construído e de apropriação em nível individual ou coletivo.

Não é só o instrumento que evolui no processo de objetivação, mas a experiência de apropriação, por ser também individual permite a individuação, ou seja, a transformação que o próprio indivíduo sofre durante o processo (ZANELLA *et al*, 2002).

A inovação encontrou um ponto de ancoragem no coletivo e no meio que a acolheu. O objeto técnico tem essa característica de recolocar em movimento características do meio social, cultural e cognitivo que preexiste à sua inserção (BÉGUIN, 2004). Ela provocou esse novo movimento de tal maneira que os significados que a inserção da água produzia no coletivo também foram sendo transformados. De algo ruim, que

atrapalhava o andamento do trabalho, que deixava os trabalhadores encharcados e em risco de queda por deslize no plano molhado, passou a significar limpeza, saúde, refrescância, conforto.

A solução encontrada não foi construída apenas pela coletividade, mas extrapolou também para as demais empresas da região. Há um rodízio grande de trabalhadores nessas empresas. Embora esse seja um ponto fraco de vários pontos de vista, no sentido da divulgação e compartilhamento num processo de enculturação e apropriação coletiva da técnica de se fazer perfuração com água, teve um papel bastante importante. Os trabalhadores vindos de outras empresas partilhavam o conhecimento lá obtido e ao irem para outras empresas também levavam as estratégias aprendidas, como o soprar ar comprimido para se retirar a lama, por exemplo.

Utilizando o mesmo exemplo do martetele pneumático, é possível compreender como a apropriação individual se dá num movimento de gênese instrumental. O artefato martetele pneumático já existia e já havia passado pelo processo de apropriação com transformações no objeto e no jeito de trabalhar e já era considerado um instrumento. A introdução de uma ou duas agulhas de água provoca grandes alterações no modo operatório. O que era feito antes com sucesso passa a não funcionar mais ou a dar resultados diferentes dos esperados. O instrumento volta a ser apenas um artefato. Novos gestos e novos planos de ação aparecem e o processo de gênese instrumental recomeça.

A abordagem da gênese instrumental afirma que a apropriação genuína de artefatos por seres humanos é resultado de transformações no desenvolvimento de artefatos, indivíduos e interações sociais. Não só os indivíduos mudam os artefatos e os ajustam conforme suas necessidades e condições, como eles também se tornam conhecedores de como utilizar a ferramenta, que tarefas podem ser cumpridas ou alcançadas com a ferramenta e quais métodos devem ser aplicados para acompanhar efetivamente estas tarefas (FOLCHER, 2003; KAPTELININ, 2003). Em outras palavras, um artefato se transforma em um instrumento (RABARDEL, 1995).

Um artefato é um objeto transmitido pela cultura e se constitui um mediador disponível para a interação do sujeito com o mundo. Ele se torna um instrumento à medida que ganha uma finalidade interna e/ou externa às pessoas (FOLCHER, 2011). Os

instrumentos estão ligados a situações, tanto em termos de variabilidade das circunstâncias e as invariantes de situações e seus diferentes níveis organizacionais como: situação de uso, situação de atividade, classes de situações e domínios de atividades (RABARDEL, 2001). Instrumentos nascidos de gênese instrumental organizam a coordenação do artefato e de ações do sujeito, permitindo que eles sejam mediadores pertinentes e eficazes para a atividade do sujeito.

É preciso considerar o processo pelo qual usuários transformam o artefato em instrumento. Essa fase da apropriação é fundamental para o sucesso de se implantar uma inovação. Ao longo de um processo, a gênese inscreve no tempo as atividades humanas e articula dois horizontes temporais: aquele da atividade situada aqui e agora – atividade produtiva direcionada à realização de objetivos em situação; e aquele da atividade futura e possível – atividade construtiva direcionada à constituição de recursos para a ação. A primeira é relativa ao uso, a segunda à apropriação. Estes dois conceitos devem ser tidos como indissociáveis segundo Folcher (2011). O primeiro uso que se faz de um artefato é geralmente atividade produtiva, busca de realização de um objetivo claro. Ao longo do processo, a atividade se torna construtiva, o sujeito compreende esse objeto à sua frente, conhece suas formas, seu funcionamento, seu peso, etc. e passa a possuir elementos para construir novos planos de ação que possibilite alcançar os mesmos objetivos de maneira mais eficaz num momento futuro.

O processo de gênese instrumental se dá em dois caminhos possíveis: *a instrumentação e a instrumentalização*. O conceito de instrumentação é **sujeito-orientada**, isto é, está relacionado com o componente psicológico, o uso, os gestos, o formato da atividade, conceitos e esquemas que envolvem a elaboração do instrumento. Já a instrumentalização é **artefato-orientada**, ou seja, o sujeito enriquece as propriedades do artefato atribuindo outras funções a ele segundo suas necessidades (RABARDEL e FOLCHER, 2004).

Este processo é possível de ser percebido durante a apropriação que se fez tanto na extração como no beneficiamento. Os esquemas de trabalho, a relação com o artefato, o plano de ação, o formato da atividade e o esquema corporal foram as alterações necessárias para o sucesso da inovação. Os marleteiros precisaram incluir etapas no plano de ação deles num processo de instrumentação, como: colocar o pé para evitar projeção de água nos olhos ou nos colegas; deixar com “meia chave” ligada para ir

diminuindo a rotação e retirando a haste para evitar que ela ficasse presa na lama de granito dentro das perfurações, desligar a água durante a fase da coifa, etc; no beneficiamento os operadores de lixadeira para corte tiveram que alterar postura e gestos para evitar choque elétrico; alteraram o plano de trabalho ao redesenhar e retrabalhar a peça várias vezes. As alterações no objeto (instrumentalização) ocorreram nas empresas de beneficiamento mais claramente, com a inserção de uma mangueira de água e um invólucro de borracha para evitar o choque elétrico, mas foram alterações abandonadas ao logo do projeto de introdução da água.

A apropriação é, portanto, um processo longo de integração de lógicas de interação com o instrumento de dimensões organizacionais, culturais e também corporais. Ela se dá a partir de um conjunto de micro e macro ajustes num processo de individuação e objetivação que consideram a gênese de um indivíduo e de suas características (ZOUINAR *et al.*, 2011)

As modificações induzidas por uma transformação se dão em diferentes níveis: atividade coletiva, cultural, psíquica, cognitiva e corporal. Nas empresas de beneficiamento, os trabalhadores traçavam sobre o granito o desenho a ser cortado. No entanto, com a umidificação, a poeira se transformava em lama dificultando a visualização dos traços. Eles então tentaram aumentar o volume de água para lavar a lama, mas aí o traçado em giz também desaparecia. Os trabalhadores, num primeiro momento, foram obrigados a interromper sua atividade por várias vezes para redesenhar o traçado e poder continuar o corte, perdendo um tempo enorme. E ainda, a quantidade de poeira era para eles um indício de que o corte avançava bem, mas com a umidificação eles perderam esse parâmetro “*antes a gente sabia que estava cortando porque via a poeira subindo, depois a gente ficou sem saber. Tinha que parar para avaliar a toda hora...*” (Trabalhador). Enfim, tiveram ainda de administrar a ameaça dos choques elétricos.

Algumas empresas investiram em ferramentas pneumáticas, o que resolveu definitivamente o problema com os choques, mas trouxe um problema para o tempo de produção. A ferramenta pneumática é bem mais leve que a elétrica e a força de rotação também é menor. Inicialmente, para recuperar o tempo de produção, os operadores tentavam aplicar pressão na ferramenta contra a chapa de granito, mas essa pressão fazia

com que a máquina deixasse de funcionar. Se a ferramenta não permitia ganhar tempo, restava jogar com o retrabalho de tracejamento do corte.

Eles modificaram também a técnica de tracejamento, em vez de usarem o giz habitual passaram a aplicar uma lixa em disco bem fina para produzir uma ranhura que pudesse ser percebida ao toque: a forma de seguir o traçado, que antes era visual, passou a ser tátil e, ao longo do tempo, para os desenhos bem conhecidos, não se parava mais para retraçar, nem se utilizava tantas vezes o tato, pois eles desenvolveram uma memória de gesto, ou seja, alguns cortes tornaram-se automatizados. Assim, o tempo antes perdido ao verificar o traçado foi novamente conquistado e a segurança e a precisão do gesto aumentaram. A rentabilidade foi novamente encontrada e os trabalhadores tinham aprendido a lidar com estas contraposições entre ritmo, qualidade, tempo de produção, percepção e controle dos gestos.

Esse é um exemplo bastante claro da inscrição no corpo que a ferramenta ganha ao longo do processo de apropriação. Inicialmente o objeto introduzido (lixadeira pneumática) ou modificado (martelo pneumático) são artefatos atribuídos a fim de testar a eficácia da técnica. O uso, no sentido de atividade produtiva, acontece a partir das percepções tácteis tanto do artefato quanto o resultado de sua utilização (os traçados), os gestos são testados, desenvolvidos e transformados. Ao longo do processo, a percepção táctil não é mais necessária, desenvolveu-se a memória do gesto. A ferramenta se tornou transparente ao sujeito e constitui sua experiência vivida no corpo e na cognição.

A incorporação se realiza pela participação do instrumento (artefato já modificado) na constituição de um mundo próprio, num jogo de interações perceptíveis. A ferramenta apropriada é transparente na medida em que ela é constituinte da relação com o trabalho. A apropriação realiza a passagem da opacidade do que estava constituído para a transparência do constituinte. A condição de apropriação de um artefato é sua participação nas ações sensoriais que constroem o mundo comum entre objeto, sujeito e tarefa, dentro do espaço de movimentos e gestos possíveis do corpo próprio. A opacidade do objeto atribuído corresponde a limitação do campo de possibilidades (LENAY, 2011).

Quaisquer pequenas adaptações que foram feitas para a umidificação modificaram enormemente a maneira de fazer, exigindo o desenvolvimento de novos gestos, portanto constituindo um novo mundo comum.

Apesar da pouca mudança na ferramenta, o fato de haver água no meio mudou bastante o jeito de trabalhar. O que nunca havia sido pensado por ninguém. Não se pode dizer que foi o artefato que provocou as mudanças, nem que houve uma apropriação apenas do artefato, mas foi mais uma apropriação de toda umidificação. Aconteceu a apropriação de certas características do artefato como o fato dele aportar água, mas também do meio que se tornou molhado, o produto do trabalho (a peça de granito), o trabalho em si (os traçados), a ferramenta de traçagem, o uso do próprio corpo (sentido do olhar e sentido do tato) e o conhecimento (medidas e memória).

A incorporação da inovação só ocorreu quando submetida à prova do real, num nível micro dos trabalhadores face ao objeto. Esses, no decorrer da implantação – apoiados pelo meio sociocultural, por seus índices, seus valores, suas teorias e conceitos – encontraram o caminho para recolocar em ordem as ligações entre as dimensões da moral, da técnica, do objeto de suas ações, a partir de meios que puderam mobilizar. Dessa maneira, foi possível tornar essas ligações significantes e significativas, inteligíveis e eficientes; foi restabelecida uma organização criando uma ordem nova, na qual a segurança não foi o centro basilar, como vimos, no entanto foi um dos pontos, dentre outros, no seio de uma constelação que precisava ser reagrupada. Apropriaram-se das ferramentas introduzidas integrando-as nas suas maneiras de fazer, nos seus corpos, no seu mundo profissional para desenvolver conceptualizações, competências e formas organizadas de ação no seio do coletivo. Constata-se, mais uma vez, que a inovação introduzida conduz à gênese profissional (BÉGUIN, 2007).

Deste ponto de vista, a apropriação pode ser definida como um processo durante o qual um novo artefato, um novo dispositivo ou um novo procedimento encontra “normas antecedentes” (SCHAWRTZ, 2001), “mundos profissionais” já constituídos (BÉGUIN, 2010) com suas dimensões de práxis ou maneiras de fazer (PERRIN, 2004), conceituais ou maneiras de pensar (GESLIN, 2001) e as vezes valores que preexistem à introdução da novidade, mas que esta última colocará em movimento. Ora, sabemos que face a esses processos de desconstrução/ reconstrução, o usuário não é passivo. Ele realiza aprendizagens que o conduzem seja a modificar suas maneiras de fazer e de pensar, seja a agir sobre os recursos técnicos que estão à sua disposição, conforme a noção de atividade construtiva introduzida por BÉGUIN & RABARDEL (2000). Os sujeitos desenvolvem as atividades com finalidade construtiva: de elaboração de seus

instrumentos (em seus componentes psicológicos e materiais) e mais amplamente os recursos (competências, conceptualizações, representação...) e as condições de sua atividade produtiva.

A apropriação é antes de tudo descrita na literatura como um processo individual. Mesmo para os autores que buscam desenvolver uma abordagem sócio-cognitiva tal como ROGOFF (1993), a apropriação guarda uma noção que remonta ao nível individual que a autora chama de apropriação participativa que é quando um indivíduo modifica sua atividade participando dela. Esta visão individual conduz a ideias frágeis. Dix (2007) não apreende por exemplo a apropriação no seio do coletivo, mas somente por um ângulo que ele chama de “*encourage sharing*” ou compartilhamento encorajado, onde a boa ideia é compartilhada. O que mostramos nesta tese é que não é suficiente reter a apropriação apenas no nível individual. RABARDEL e BÉGUIN (2005) escrevem que a apropriação pode ser individual e coletiva. Mas não falam nada sobre essa dimensão coletiva da apropriação (que espera por uma conceituação).

### **5.2.2.3 Apropriação pelo sistema**

Quando as alternativas encontradas pelos trabalhadores não foram suficientes para sanar os problemas ou desordens, foi a gestão da produção que precisou ser alterada. Nas representações abaixo, podem-se notar que, a cada nova alteração na ferramenta ou introdução de uma nova ferramenta, várias outras alterações no sistema são requeridas, o que não se sabia previamente.

A apropriação que se dá pelo operador em face de um objeto técnico não possibilita manter uma coerência completa do sistema e recolocá-lo em ordem cumprindo objetivos de produção e de saúde. A introdução do novo artefato perturbou o sistema de maneira difusa, e é também desta maneira que ele pode ser recomposto.

O sistema é variável conforme a empresa, sem dúvida, e pode se revelar apenas à posteriori, na fase de apropriação. No nível micro, do operador em atividade, algumas coisas podem ser reordenadas, mas não é suficiente.

### **Na extração**

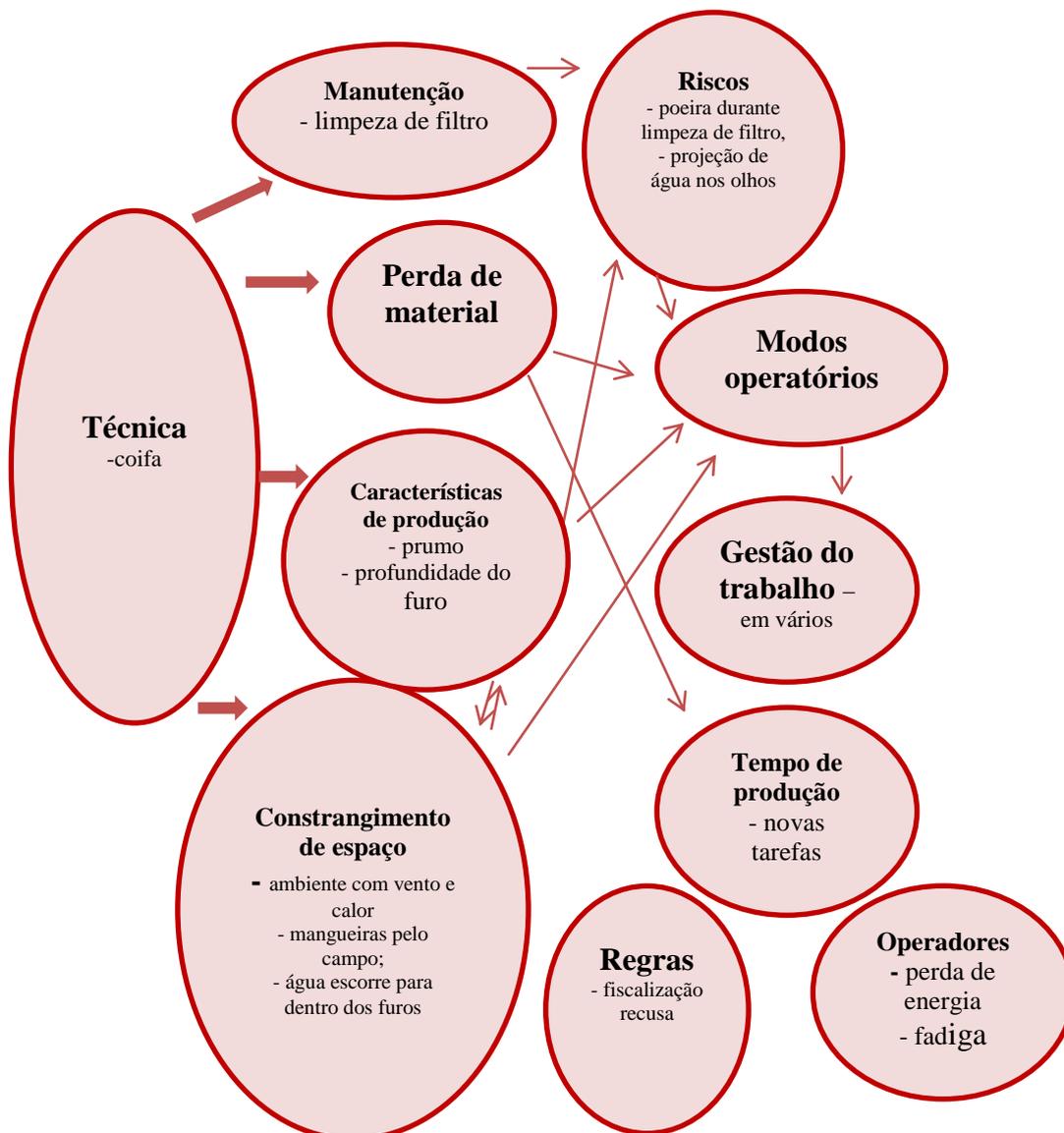
### **Representação gráfica das principais mudanças**

Optou-se aqui fazer apresentar uma representação gráfica das mudanças no sistema de apenas uma das empresas, a Extragran por ser maior e possuir mais elementos, mas as representações detalhadas das demais empresas constam do apêndice 2 desta tese.

### Extragran

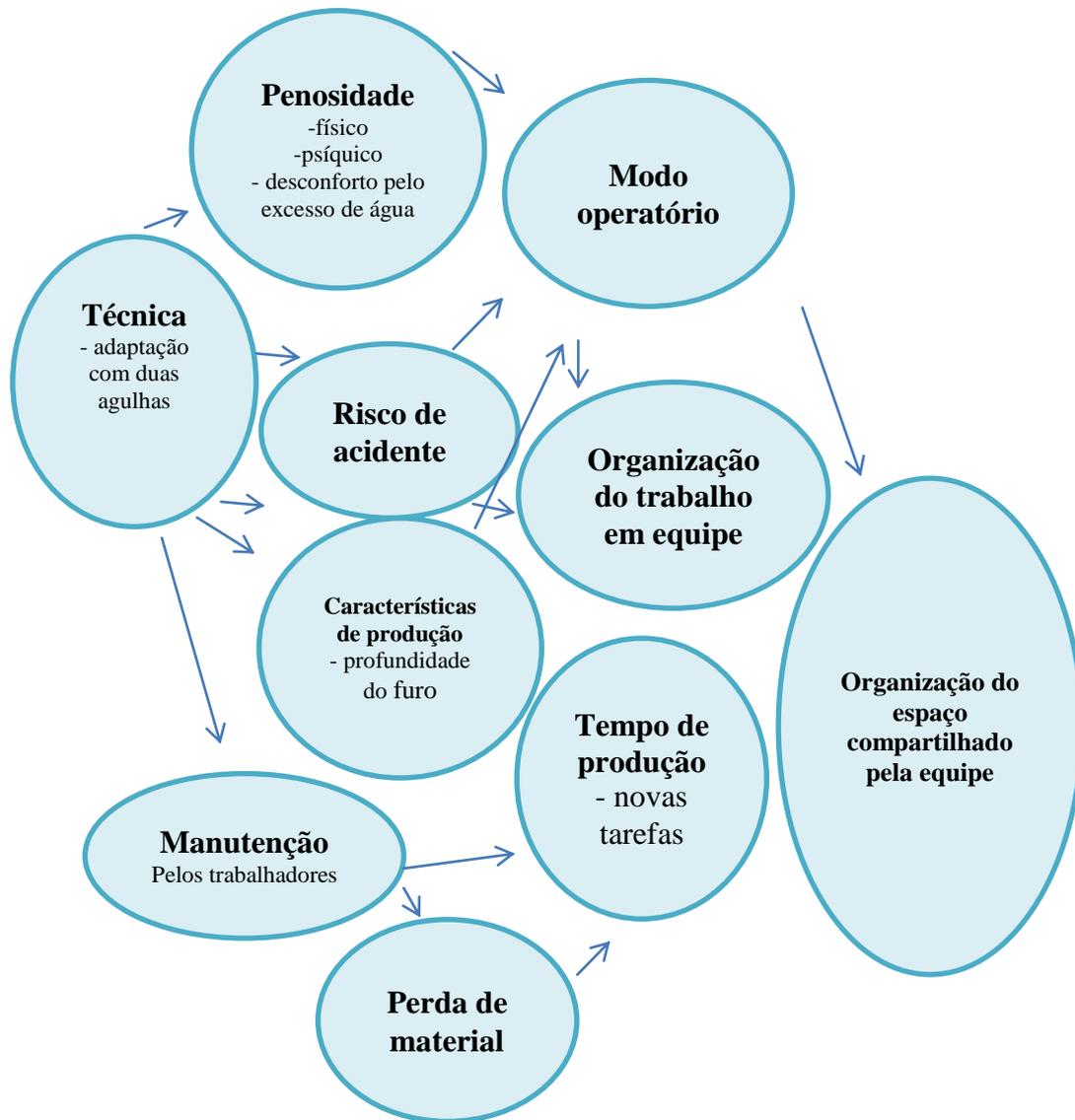
O surgimento da norma se deu em 1978, mas apenas em 1997 começaram efetivamente as ações por parte das instituições do estado do controle e observância sobre a exigência da umidificação. Constatou-se que até este ano nada tinha sido implantado e o processo ainda era feito a seco com emissão de poeira de sílica.

**Figura 7: Representação gráfica do sistema após introdução de processo umidificação em 2005**



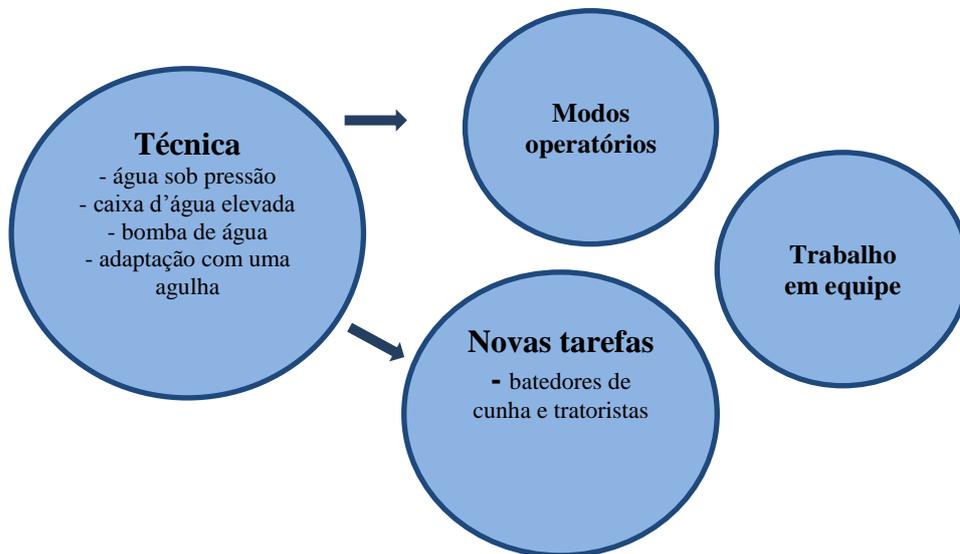
Em 2005 a empresa implantou a técnica da coifa e vários problemas surgiram como já relatado. O importante de ser ressaltado aqui é o quanto esses problemas revelam sobre o sistema. Exigiu novas tarefas como: manutenção com a limpeza dos filtros na perfuratriz hidráulica, exigência de força e organização do trabalho em mais de um operador para retirar as hastes presas, aumento no tempo de produção, novos riscos, e desgaste físico e mental dos trabalhadores. E finalmente, após fiscalização, essa técnica foi proibida pois verificou-se que era possível retirar a coifa e realizar a perfuração a seco, como anteriormente (o que de fato ocorria) e pela emissão de poeira no momento de limpeza do filtro. As demais desordens ao sistema também não foram apontadas pela fiscalização.

**Figura 8: Representação gráfica do sistema após introdução de processo unidificação em 2007**



Em 2007 abandonou-se a coifa e passaram a trabalhar com martetele pneumático com duas agulhas (uma com água e uma com ar). Novamente, outras desordens no sistema, as perdas de material continuaram ocorrendo, as hastes continuaram presas, aumentando tempo de produção. Para lidar com essa desordem era preciso reorganizar novamente o trabalho em equipes, o desconforto continuou pelo ambiente encharcado e projeção de água e pelo desgaste ao recuperar hastes presas. Essa alternativa foi bem aceita pela fiscalização, mas quando a empresa contabilizou os prejuízos com perda de material e de tempo de produção ela decidiu reprojeter o dispositivo e solicitou uma única agulha de água e colocação dessa água sob pressão.

**Figura 9: Representação gráfica do sistema após introdução de processo umidificação em 2008**



Após nova alteração na ferramenta, o sistema todo se apropria, o tempo de produção anterior foi reconquistado, tarefas interdependentes também se apropriaram desenvolvendo novos modos operatórios, o novo jeito de se trabalhar em equipe foi mantido. Essa alteração da ferramenta e no sistema foi bem aceita pela fiscalização, técnicos de segurança da empresa, trabalhadores e gerência de produção.

### **Análise da representação gráfica**

No início pensou-se somente sobre a técnica. Mesmo se a coifa não funcionava muito bem, os trabalhadores conseguiam resolver as dificuldades e a empresa ficou satisfeita. Foi a fiscalização que notificou e apontou os problemas, sem no entanto indicar qual seria uma boa solução. Depois a própria empresa percebeu que no nível produtivo a solução não era realmente satisfatória. Formaram um grupo de trabalho com profissionais ligados à área de prevenção da empresa Extragran, mas ainda centrado apenas na técnica.

Não houve um processo de condução de projeto. Procurou-se obter informações com os trabalhadores, portanto, teve-se uma situação um pouco mais próxima do trabalho real.

A dificuldade que ainda persiste na tecnologia martetele pneumático com uma agulha está em fornecer água em abundância e em como obter pressão suficiente.

A apropriação não foi feita apenas pelos marteteiros, mas também pelos tratoristas e batedores de cunha.

### **Tratoristas**

A dificuldade que a umidificação impôs para o deslocamento dos blocos com os tratores é devida ao fato de que o terreno torna-se muito molhado e escorregadio para o trator que muitas vezes derrapa e não consegue se locomover, o que pode representar um novo risco. A solução que os operadores dos tratores encontraram foi carregar a concha com terra e pedra, de maneira a torná-lo pesado o suficiente para não derrapar. Essa terra seca que carregam, eles jogam sobre o solo molhado a fim de deixá-lo mais seco e mais seguro.

### **Batedores de cunha**

As mudanças para os batedores de cunha, cujo trabalho consiste na divisão dos blocos, também são significativas. Por ser um trabalho exaustivo, devido ao grande esforço físico, os trabalhadores mantêm a respiração mais profunda e rápida, por isso, na época em que se trabalhava a seco, respiravam muita poeira de sílica. “*Quando a gente assoava o nariz, saía tudo branco*” (Trabalhador).

Para se protegerem, tentavam usar máscaras, mas como o ambiente é muito quente e o esforço intenso, eles suavam muito e, com isso, as máscaras ficavam encharcadas de suor, o que impedia a respiração. Eles acabavam retirando as máscaras para respirar melhor, apesar de aspirar a poeira carregada de sílica, principalmente se houvesse perfuração sendo feita próxima a eles.

Com a umidificação, passaram a respirar muito melhor. Em contraposição, uma etapa a mais foi acrescentada no trabalho, notadamente no caso de furos feitos pela perfuratriz hidráulica, pois muita lama fica dentro dos furos (ao contrário da perfuração feita pelos marteteiros quando eles mesmos injetam água e lavam os furos); E, então, são os batedores de cunha que precisam buscar água com seus capacetes para jogar dentro desses furos entupidos e retirar o excesso de lama para poder encaixar as cunhas. Toda essa etapa dura cerca de 10 a 15 minutos a mais em cada ciclo de trabalho, que é de 40min.

Outra diferença significativa que a umidificação trouxe para a tarefa desses trabalhadores foi quanto à percepção do momento em que se dá a divisão dos blocos e alguns acidentes ligados a esse fato ocorreram como visto anteriormente.

Durante o processo de introdução da umidificação, várias mudanças foram feitas: ritmo de produção, gestão de produção, gestão do espaço de trabalho, modos operatórios, etc.

Pode-se dizer que a solução técnica só pôde ser implementada satisfatoriamente porque houve um processo de apropriação sistêmica. A apropriação pelo trabalho ocorre sempre, mas só ela não garante uma implantação eficaz.

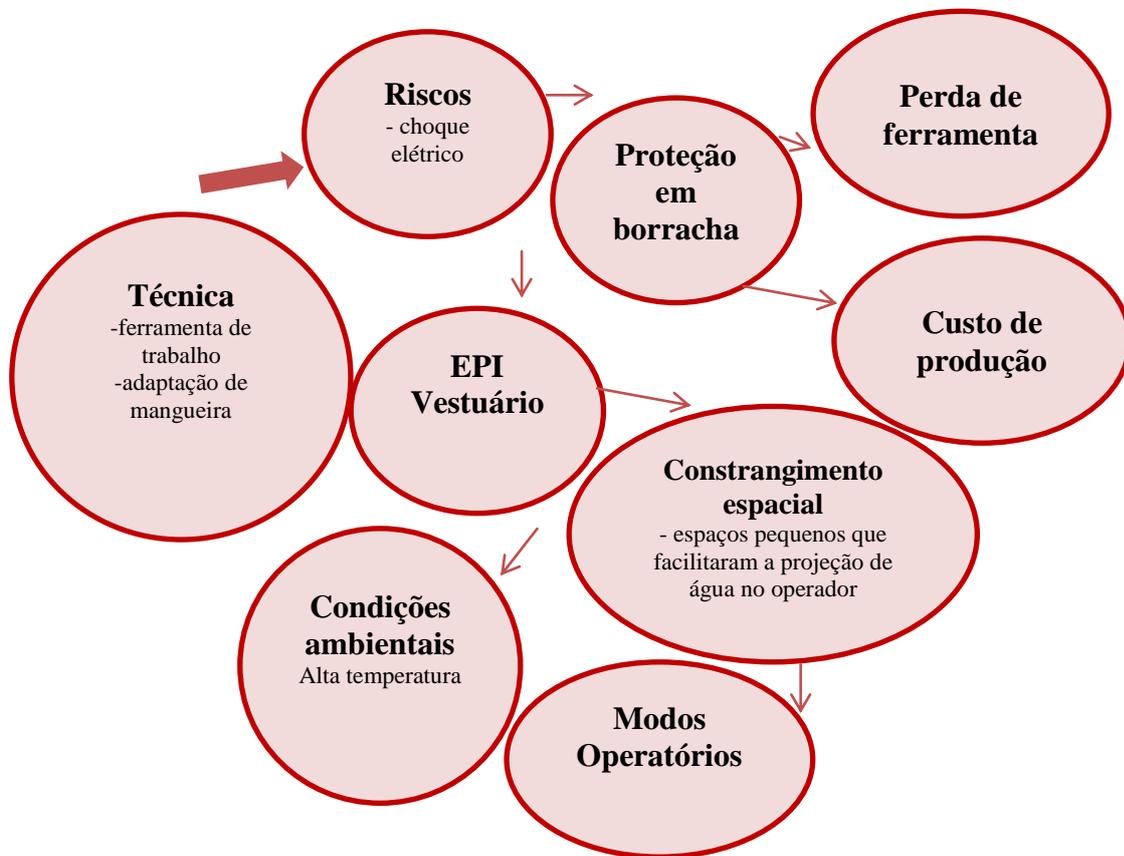
## **No beneficiamento**

### **Representação gráfica das principais mudanças**

Optou-se aqui fazer uma representação gráfica das mudanças no sistema de apenas uma das empresas, a Benegran por ser maior e possuir mais elementos, mas as representações detalhadas das demais empresas constam do apêndice 2 desta tese.

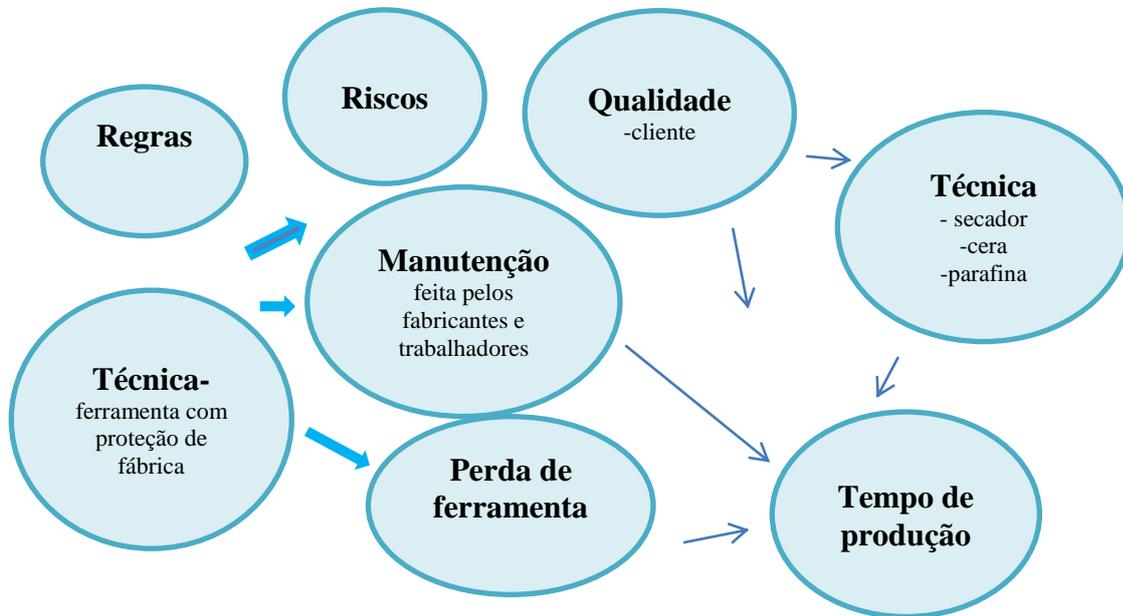
Também para as empresas de beneficiamento as instituições do Estado passaram a exigir e fiscalizar o cumprimento da norma pela umidificação a partir de 1997. Mas as ações só tiveram início a partir de 2007, 10 anos depois.

**Figura 10: Representação gráfica do sistema após introdução de processo umidificação em 2007**



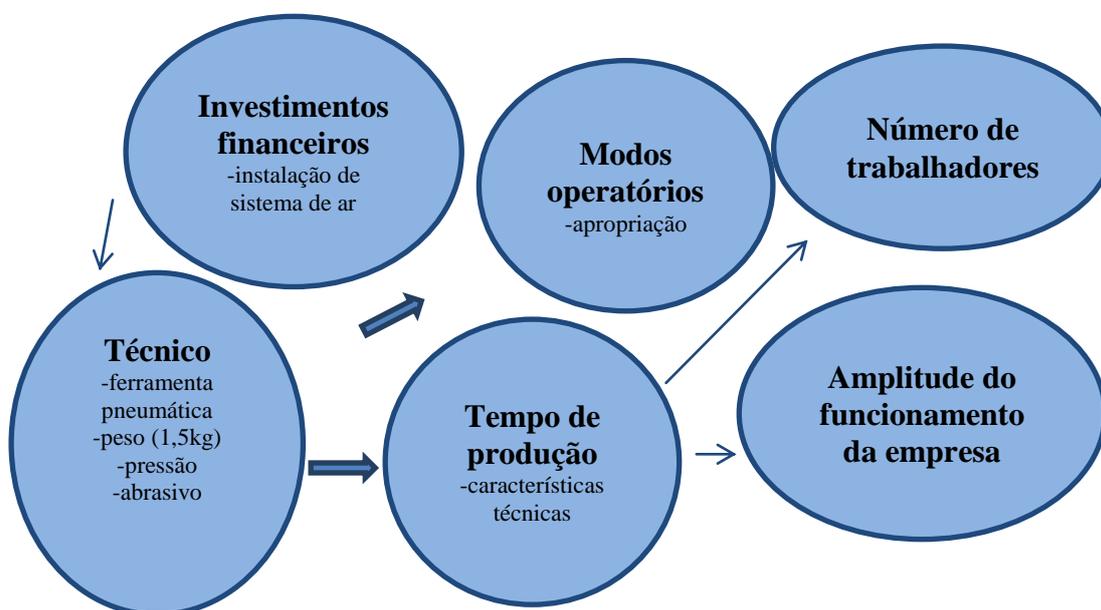
As primeiras tentativas consistiram numa adaptação simples de uma mangueira de água, mas as várias desordens provocadas foram sentidas também pelo o sistema (perda de ferramenta, aumento no custo de produção). Essa alternativa não foi aprovada pela fiscalização, nem pelos trabalhadores devido aos choques elétricos.

**Figura 11: Representação gráfica do sistema após introdução de processo umidificação em 2008**



A adaptação feita pelas empresas fabricantes das lixadeiras continuava produzindo choques elétricos, mas essa não foi a única desordem como já apresentado. Essa técnica exigiu que o sistema se apropriasse, alterando tempo de produção, realizando mais manutenções, aumentando custos de produção novamente e alterando técnicas para manter a qualidade do produto.

**Figura 12: Representação gráfica do sistema após introdução de processo umidificação em 2009**



Com a técnica da ferramenta pneumática, os riscos de choque elétrico cessaram e o operador teve que alterar seu esquema de uso da ferramenta o que se traduziu pela apropriação, mas não foi somente o operador que se apropriou. O tempo de produção teve que ser ampliado, o horário de funcionamento da empresa ampliado (mais turnos), aumentou o número de efetivos, foi preciso investimentos financeiros na instalação do sistema de ar comprimido. Enfim, somente a apropriação do operador em face do instrumento, não foi suficiente para o sucesso da implantação da água no controle da poeira.

### **Análise da representação gráfica**

Em 1997, os organismos de fiscalização começaram a cobrar das empresas medidas de controle de poeira, mas foi apenas a partir de 2007 que as empresas de beneficiamento começaram a investir na procura por tecnologia de controle adequada.

Inicialmente, 2007, a mudança foi centrada nos dispositivos técnicos. Eles pensaram apenas numa adaptação na ferramenta para atender a exigência da norma. Quando começou a funcionar com essa adaptação, eles perceberam que ela trazia problemas em relação ao vestuário, às características das próprias ferramentas de trabalho (elétrico em

contato com água), ao ambiente onde o trabalho se dá (temperatura alta), manutenção que é uma tarefa que não havia sido considerada e, conforme se foi avançando na compreensão do problema, outros elementos do trabalho que não foram considerados apareceram: qualidade, funcionamento da ferramenta que precisa ser ventilada, manutenção pelos fabricantes, modos operatórios, tempo de produção, número de trabalhadores e amplitude de funcionamento da empresa por conta das horas-extras. A empresa alterou a ferramenta e, depois, comprou a pneumática, mas os processos se deram sempre como se começassem do zero, todo o sistema precisou que se apropriar novamente.

Vale ressaltar que diferentes atores trabalharam para encontrar a solução para o que a norma exigia.

Em 2007, o SESMT centrou-se sobre a solução técnica e depois sobre os novos riscos que ela trazia (choques elétricos), mas eles pensaram somente nisso: colocar proteção e comprar EPIs. Depois, para integrar a solução e os EPIs, foram os trabalhadores que enfrentaram o problema de como fazer para trabalhar bem, mesmo com as alterações que atrapalhavam o trabalho. Eles se puseram a desenvolver novos gestos e modos operatórios para conseguirem produzir.

Em 2008, os atores importantes foram os agentes de fiscalização que avaliaram a solução encontrada e a recusaram. Então foi a vez dos gerentes e do SESMT discutirem com os fabricantes das ferramentas. Mas, ainda a preocupação ficou voltada aos componentes técnicos, porém o trabalho, ou seja o fazer, não foi pensado. Novamente são os trabalhadores que se empenham em resolver as dificuldades concernentes à qualidade, manutenção e tempo de produção.

O SESMT e os gerentes em 2009, juntamente com as empresas fabricantes das ferramentas ofereceram uma nova alternativa: as lixadeiras pneumáticas. Isso resolve definitivamente o problema de risco de choque elétrico, mas muda completamente os modos operatórios dos trabalhadores, porque são ferramentas com um peso diferente, mais leve, o modo de pegar e segurar mudou, a pressão que se fazia da máquina contra a peça de granito mudou. Os gerentes reprogramam para gerenciar um novo tempo de produção.

Pode-se afirmar que o SESMT estava mais próximo dos riscos, à partir de um ponto de vista higienista, os gerentes representavam o ponto de vista produtivo sobre o cronograma de produção e investimentos financeiros e os trabalhadores sobre o fazer, os riscos e a qualidade. Ou seja, cada um centrado em sua própria competência, mas percebe-se que são pontos de vista que não se encontram. O diálogo não foi suficiente para permitir o encontro de solução satisfatória. O trabalho em sua complexidade não foi pensado por nenhum desses atores envolvidos e nem pelo conjunto deles.

Eles resolveram o problema simplesmente aumentando o efetivo de trabalhadores, de horas-extras e de horário de funcionamento da empresa. A questão é que não houve aprendizagem. Introduziu-se uma nova ferramenta, mas não se pensou em soluções para integrá-la, não se reestabeleceu um sistema de trabalho onde os trabalhadores pudessem geri-lo, ou gerir as diferentes características da ferramenta, ou o tempo de produção, etc.

Percebe-se que persistiram dois problemas: pontos de vista limitados/ restritos; e pontos de vista que não se encontram. A verbalização de um trabalhador ilustra isso: *“Nós estamos acostumados a produzir X peças por dia e Y por semana, e de repente a gente não consegue mais... os trabalhadores são exigidos. Eles vendem hoje para entregar amanhã, então os gerentes exigem produção... os gerentes e a chefia, eles também têm que se adaptar, porque, de verdade, a produção diminuiu com a pneumática”*.

Nota-se ainda, que o sucesso de uma inovação não pode ser baseado apenas na sua apropriação pelo trabalhador. É necessário haver o bom artefato, mas também adaptações no sistema, tais como as adaptações dos seus objetivos de produção que considerem o tempo de produção que, neste caso, foi preciso ser alterado. Nisso consiste a apropriação sistêmica.

### **Diferenças entre as empresas**

Após as ações de fiscalização que começaram efetivamente a exigir o controle da poeira com a introdução da umidificação nas empresas de beneficiamento e de extração do granito, as empresas se puseram a buscar alternativas para atender à norma.

A Benegran, que é filial de uma multinacional espanhola, buscou ajuda da matriz, que pouco auxiliou em termos de medidas de controle efetivo da poeira. A alternativa

estimulada pela matriz foi a inserção de mangueira de água, mesmo nas ferramentas elétricas, e uso de EPIs como avental e luva.

A empresa Benemed recorreu ao sindicato patronal e também a outras empresas do setor, pois no município existe grande número de empresas (2744 ativas), e há bastante troca de informações entre os proprietários. A maioria das empresas começou tentando adaptar a mangueira na ferramenta elétrica (segundo informações do sindicato patronal, porém não há levantamento estatístico criterioso para atestar a veracidade dessa informação). Segundo o proprietário dessa empresa houve um grande “estranhamento” e “resistência” às mudanças solicitadas pela norma e também às desordens provocadas pela introdução da água. *“No início os trabalhadores estranharam demais da conta, mas a rejeição maior era do empresário. Tudo que tem que mudar, nós entendemos como sendo prejudicial, não tem jeito, mudança nós não somos muito a favor não, se vai sair do convencional, a gente já rejeita”* (Proprietário).

As trocas de informações entre as empresas continuaram a ocorrer na busca pela melhor solução, até que algumas delas e o sindicato patronal solicitaram do fabricante uma alternativa viável e os fabricantes passaram a vender a ferramenta elétrica com proteção de borracha para evitar os choques elétricos. A fiscalização começou a exigir que houvesse esse tipo de proteção, embora haja relatos de que, mesmo com essas ferramentas adaptadas, os acidentes continuaram ocorrendo.

A Benepeq, que ainda produzia a seco, fez um pedido de orientação à Fundacentro para buscar uma solução a esse problema e obteve a informação de que máquina adaptada só seria aceita pela fiscalização se viesse com adaptação de fábrica. Desde então, ela passou a comprar essas ferramentas e não chegou a tentar usar a ferramenta pneumática, devido ao alto consumo de energia elétrica para o funcionamento do compressor de ar. Segundo o proprietário, o custo com energia elétrica que ele teria com a ferramenta pneumática seria de R\$1.000,00, e com a ferramenta elétrica ele tem um consumo que lhe custa R\$200,00.

Outro importante investimento desta empresa foi na construção do sistema de captação de água da chuva para garantir maior economia. Segundo o proprietário, ele contou com a ajuda e orientação da Fundacentro, sobre a implantação de um sistema para captação de água da chuva e as etapas do processo de reciclagem para uso posterior no processo produtivo. Os próprios trabalhadores que realizaram as obras de construção civil.

As outras empresas dizem que, embora o custo de energia seja maior, o custo pelo desgaste de ferramenta diminuiu consideravelmente. *“Eu tenho máquinas de dois anos sem manutenção. A elétrica você manda todo final de semana, duas vezes por mês pro conserto. Porque é água, eletricidade e lama, resíduo de granito. Então gera muita manutenção”* (Encarregado).

A Benepeq, após analisar os custos, permaneceu com a tecnologia elétrica. Benegran e Benemed optaram pelo investimento na ferramenta pneumática que trouxe mais conforto ao trabalhador e eliminou o risco de choque elétrico, embora tenham tido que reprogramar a produção, adaptar as metas com a nova capacidade produtiva da ferramenta, que é mais demorada que a elétrica, ou adaptar o número de funcionários para manter a mesma capacidade produtiva diária que antes. A Benegran obteve auxílio financeiro da matriz Espanhola, a Benemed conseguiu implantar o novo sistema com a reserva de capital que possuía.

O proprietário da Benemed disse que era bastante resistente à mudança, mas que agora percebe a melhora significativa no ambiente de trabalho, que embora seja mais úmido não tem a sujeira da poeira, o conforto para o trabalhador aumentou e mesmo a qualidade do acabamento com o processo umidificado e as novas lixas em cerâmica ficaram melhores. *“Agora eu sou defensor de olho fechado e acredito, salvo uma ou outra cabeça mais atrasada um pouco que a média aí, não tem nada que não é bom nesse negócio. Mas é bom demais da conta, viu?! Quem foi a feliz pessoa que caiu na cabeça que tinha que mudar, ele foi um iluminado”* (Proprietário).

Encarregado da empresa Benegran que trabalhava operando lixadeira antes de se tornar encarregado e que mesmo agora ainda faz alguns serviços para garantir a meta possui opinião parecida. *“Ainda que é demorado o processo de adaptação, o pessoal vai se adaptando. Porque tudo é cultura. Você tem 10, 15, 20 anos que trabalha com um tipo de máquina, de repente chega uma máquina pneumática que **você vai ter que mudar seu jeito de trabalhar**, então automaticamente é um processo cultural, mas que devagarzinho as pessoas também vão aprendendo com os profissionais que hoje já trabalham há um, há dois anos com máquina pneumática, se você perguntar aqui eles jamais vão querer trabalhar com uma máquina elétrica novamente. O ganho em termos de saúde é muito maior”* (Encarregado).

Em síntese, pode-se dizer que a pequena empresa (Benepeq) e a média (Benemed) encontram ainda muitos problemas: dificuldades no nível organizacional e dificuldades com a ferramenta e sua apropriação. A grande empresa encontrou a boa ferramenta e os trabalhadores se apropriaram bem da inovação, mas ela também possui ainda dificuldades no nível organizacional.

Com as empresas de extração não foi tão diferente. A empresa Extragran que possui mais recursos financeiros foi buscar soluções inicialmente em visitas a empresas estrangeiras. Sua equipe de engenheiros e técnicos de segurança criou a coifa e a empresa chegou a cogitar patentear essa tecnologia. Passaram a vender essa solução às demais, sendo a Extramed uma de suas compradoras. A Extrapeq chegou a estudar o custo, mas optou por não comprá-la após informação de que não seria aceita pela fiscalização.

Extragran foi pioneira na busca pelas soluções. Foi ela quem solicitou as alterações de duas agulhas e posteriormente a de uma agulha aos fabricantes. Pode-se dizer que isso se deu graças ao empenho da empresa, seus recursos financeiros, mas também humanos. Montou grupo de trabalho para pesquisar e testar essas alternativas. As trocas de informações que esse grupo estabeleceu com os trabalhadores possibilitaram esse sucesso. Porém, essas trocas ficaram restritas ao funcionamento do martetele e à tarefa de perfuração. Não se discutiu a interferência nas outras atividades e os novos riscos que a água no ambiente de trabalho traz. Os estudos de Fonseca (2012) e Castro (2010) demonstraram que não se pode ter tudo facilmente conversado e antecipado pois as situações são sempre singulares e os processos de troca de informações e encontros entre diferentes mundos podem ser muito difíceis e se apresentarem mais como momentos de explicitação dos atritos e controvérsias do que de busca por entendimento.

Ela (Extragran) conseguiu encontrar a boa ferramenta, mas alguns riscos ainda se fazem presentes, foi nela que ocorreram os casos de acidentes números 2 e 4, por exemplo. As tarefas dos tratoristas e batedores de cunha ainda enfrentam os constrangimentos impostos pela umidificação e o custo físico e de tempo de produção por ela produzidos.

A empresa Extramed possui recursos financeiros para comprar as soluções ofertadas pelo mercado, mas não possui mão-de-obra especializada para buscar as alternativas por ela mesma.

Extrapeq é a empresa que menos recursos possui. Nem mesmo o da rede de relacionamentos com as grandes empresas para obter conhecimentos sobre as melhores alternativas. Ela desconhece o sistema de uma agulha e água sob pressão, e ainda trabalha com o sistema de duas agulhas.

Em resumo, a falta de recursos impediu o avanço nas pequenas e médias empresas, mas o principal fator que representa um verdadeiro obstáculo ao processo de desenvolvimento de soluções adequadas é a distância entre o virtual e o real, ou seja, entre o trabalho real e como os engenheiros projetistas representam esse trabalho.

Os recursos financeiros, organizacionais, humanos e a rede de contato com os fabricantes representaram um papel essencial. As empresas de tamanho médio e pequeno não apresentaram os mesmos bons resultados que a grande, em nível de introdução da inovação. Pode-se dizer que elas ainda possuem dificuldades porque seus recursos são bem mais limitados.

#### **5.2.2.4 Conceituando Apropriação Sistêmica**

##### **Apropriação**

A introdução de um artefato numa situação dada permite resolver problemas antigos, mas ela muda também a natureza da tarefa e cria ainda novos problemas, para os quais novos instrumentos serão necessários (NARDI, 1996; WERTCH, 1998, BÉGUIN & RABARDEL, 2000; BÉGUIN 2007a).

Nas empresas de beneficiamento, emergiram problemas de segurança e também de qualidade e de produtividade no corte e polimento de chapas. De fato, na presença de água, os trabalhadores não conseguiam mais visualizar a qualidade do polimento durante sua realização. O brilho que indica a qualidade desejada foi modificado, os trabalhadores tiveram então de parar o polimento, esperar que a superfície secasse para finalmente assegurarem a qualidade a ser obtida. Os prazos de produção se dilataram e não foi mais possível reconciliar tempo e qualidade. Num primeiro momento, os empregadores impuseram horas extras para dar conta dos atrasos, mas, após constatarem que essa não era uma solução suficientemente satisfatória, decidiram aumentar o efetivo de trabalhadores. No entanto, restavam ainda problemas de segurança e de manutenção: riscos de choque elétrico nos trabalhadores (presença de

água com material elétrico), e também problemas de material - a ferramenta elétrica em contato com água queima facilmente. A compra de ferramentas pneumáticas não resolveu tudo, como mostra o exemplo da visualização do traçado que é apagado em presença de água, no caso do corte de chapa, e por ser mais leve não resolveu o problema do tempo de produção que precisou ser ampliado definitivamente e o planejamento não podia mais contar com horas extras.

Nas empresas de extração, os impactos tomaram outras formas e foram também resultantes da inserção de uma inovação. Para colocar em prática o sistema de umidificação foi preciso implantar projetos de engenharia civil para assegurar a captação, a estocagem e o bombeamento de água. Depois, decidiu-se adaptar os martelotes existentes. E então percebeu-se que umidificação implica não apenas em injeção de água, mas também em evacuação ou aspiração, algo que não havia sido pensado anteriormente. As empresas tentaram ainda utilizar coifas posicionadas em torno de hastes de furação (nas etapas de isolamento de quadrote e de blocos) com uma mangueira de alimentação de água. Novos e vários problemas decorreram daí. Novos processos de concepção e foi como se começassem sempre do zero. Essas tentativas foram acompanhadas de perdas consecutivas de material e de produtividade e, em verdade, foram os trabalhadores que encontraram os meios para que isso funcionasse, num processo de apropriação.

A ideia central é que a introdução de uma novidade técnica gera o processo de apropriação durante o qual um dado indivíduo modifica e produz os recursos cognitivos, da práxis ou técnicos de sua própria atividade (apropriação individual). Mas esta apropriação individual (situada e localizada no seio de um coletivo de atores) é também considerada pelos outros atores da rede, o que pode conduzir a evoluções da atividade desses últimos.

Notemos que nessa abordagem, os usos e os processos de apropriação são as vezes individuais e sociais. De fato, são sociais na medida em que um indivíduo constrói seus recursos se apoiando em construções que estão disponíveis na sociedade. Mas eles são individuais na medida em que eles dão características próprias ao uso<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Um exemplo muito simples é o uso de uma caneta. A escrita é objeto de aprendizagem que se dá no meio social e ela veicula as dimensões culturais (escrevemos da esquerda para a direita no ocidente, mas da direita para a esquerda no oriente médio e de cima para baixo no extremo oriente. Mas cada um tem sua própria escrita.

A apropriação individual existe, mas não é suficiente. É preciso conceituar um segundo plano que eu chamo de apropriação sistêmica e que é menos concernente à atividade do que ao sistema de trabalho. Essa ideia visa a se focalizar sobre a dimensão coletiva da apropriação (MENDES, PUEYO *et al.* 2012, 2013). É um processo de propagação e de ajuste que torna a transformação e a recomposição do “sistema de trabalho” (e se trata de um sistema híbrido, ele comporta atores, mas também ferramentas, processos, etc).

## **Sistema**

O conceito de abordagem, enfoque ou pensamento sistêmico foi desenvolvido por diversos autores de diversas áreas do conhecimento. Os mais importantes foram BERTALANFFY<sup>5</sup>(1975) cujos estudos foram publicados entre 1950 e 1970 voltados à administração; ainda na administração, mas mais atualmente temos CHIAVENATO (2000) discutindo a abordagem sistêmica; MATURANA & VARELA (1995) e VASCONCELOS (2002) desenvolvem o conceito de pensamento sistêmico na psicologia e na educação; e LEVENSON (2005) e ALMEIDA (2006) no campo da saúde do trabalhador.

Para todos esses autores o que é fundamental na ideia de sistema é a relação dinâmica entre os diversos elementos interligados e interdependentes que o compõem. O que difere do método científico tradicional baseado na redução analítica que estuda as partes do sistema isoladamente como se seu funcionamento não dependesse de outros elementos (ALMEIDA, 2006).

Todo o sistema é um conjunto de elementos em interação. Cada nível do sistema abriga então em seu interior, uma rede horizontal de interação entre os elementos situados sobre o mesmo plano. Elementos que são de natureza diversa (material, humana, social). Independentemente das interações horizontais, cada nível sistêmico mantém interações verticais com os níveis imediatamente abaixo e subjacentes (CAZAMIAN, 1987).

Os conceitos fundamentais de sistema são: interação (causalidade não linear, como o efeito do bater de asas de uma borboleta no Brasil, que gera um furacão em outra parte do mundo); totalidade ou globalidade (o conjunto de elementos não é redutível, o todo é

---

<sup>3</sup> Sua obra mais importante Teoria Geral dos Sistemas tem a edição em português com data de 1975, posterior à sua morte que ocorreu em 1971 (fonte: Wikipedia - [http://pt.wikipedia.org/wiki/Teoria\\_geral\\_de\\_sistemas](http://pt.wikipedia.org/wiki/Teoria_geral_de_sistemas))

mais do que a soma das partes); organização do sistema, por trás de uma aparente desordem está uma ordem mais complexa do que aquela visível.

A função primeira de um sistema é sua própria conservação: estabilidade e estado constante. Uma das características que funcionam é que eles estão todos num estado de desequilíbrio potencial na medida em que ele não para de trocar energia com seu meio.

As empresas estudadas não são o que Perrow (1999) chamou de organização complexa com interações estreitamente interdependentes características de empresas de processo contínuo, como indústrias petroquímicas e usinas nucleares. Mas, quando analisamos o processo de apropriação que o sistema precisou fazer com a introdução da umidificação, as interdependências existentes entre os elementos do sistema tornam-se evidentes. É a apropriação e as dimensões integradas que revelam as dimensões do sistema considerado

Uma pequena alteração no equipamento e a introdução de um pouco de água no meio teve um efeito de propagação de problemas, como uma gota d'água no lago que provoca a propagação de ondas, com a diferença que a onda de efeitos retorna sobre a atividade. Uma alteração no equipamento gerou alterações no modo operatório, na perda de material, aumentou custos de produção, aumentou tempo de produção, que gera novo aumento de custos, retorna em dificuldades e riscos aos trabalhadores, fadiga, pedidos de demissão, necessidade de aumento do efetivo, de horas-extras, mais fadiga, maior risco à saúde.

O conceito de apropriação sistêmica visa focalizar sobre a dimensão coletiva da apropriação. Elementos diversos do sistema como, meta de produção, custo de material, atividades concorrentes e consequentes (trabalho dos tratoristas e batedores de cunha), objetivos de qualidade, forma de trabalho (individual, em dupla ou equipe) precisaram ser modificados. Ou seja, todo o sistema passou por um processo de apropriação da inovação técnica. Do ponto de vista da apropriação sistêmica, as dinâmicas de apropriação aparecem então como um processo de propagação no seio de um sistema de trabalho, composto por uma rede de atores interdependentes. O sistema é distinto dos objetivos fixados pela empresa, o que não quer dizer que eles não sejam considerados, disponibilizados, revelados pelos trabalhadores que possuem ainda outros objetivos.

O que é importante então, é que existe um processo de propagação, de ajustes, de recomposição, de transição, de desenvolvimento, que através dele o sistema de trabalho se transforma. De outra forma não funciona.

O sistema, sempre singular, se revela quando ocorrem as desordens. As relações entre os elementos do sistema se tornam visíveis em face de problemas e a cada tentativa de solução novos elementos são revelados e transformados. Wisner (1987) discutiu a importância de se analisar a relação entre os elementos do sistema e como eles podem provocar mudanças uns nos outros.

É preciso tornar claras as dinâmicas dessa apropriação sistêmica que concerne a relação entre os homens: existe uma interdependência entre atores e elementos. Há, portanto, uma dinâmica que é interindividual e uma que é individual. Os atores devem tomar consciência dos elementos afetados pela inovação (dinâmica interindividual) e ajustar as coisas no nível de suas próprias atividades, sejam elas de nível operacional ou gerencial (dinâmica individual). A identificação e análise dos elementos não é suficiente para compreender a totalidade: é preciso estudar suas relações.

O exame dos diversos projetos das empresas pesquisadas, quais sejam, as adaptações dos artefatos existentes ou a concepção de novos, revela que a concepção, num primeiro momento, esteve centrada unicamente na dimensão técnica, direcionada a um ajuste no equipamento já existente, e depois à procura por novos equipamentos, sem jamais integrar o trabalho e o sistema de trabalho em todas as suas dimensões. Ou então, reduzindo-o a uma forma empobrecida: a perfuração é, certamente, furar, mas é também perfurar de maneira correta, seguindo um prumo, é tomada de informações visuais, é se coordenar com a equipe, é preparar o espaço; polir é retirar matéria bruta, mas é também observar e assegurar a qualidade durante a execução da atividade, jogar com a pressão da ferramenta para trabalhar, etc.

Esses projetos consideraram pouco os trabalhadores como sujeitos lidando num meio em mutação, complexo e inscrito num contexto histórico, numa cultura e numa sociedade em movimento, como se o meio de trabalho (no sentido amplo do termo) no qual ele se inscrevia estivesse imutável, imóvel e inerte, “aculturado” e, então, negligenciável.

A introdução da água trouxe um efeito de propagação e difusão de problemas e dificuldades e exigiu que o sistema todo se apropriasse. O meio foi modificado em múltiplas dimensões (indicadores de gestão, organização do trabalho, da produção, carga física e mental,...) e não somente no que tange aos “postos de trabalho em questão”.

Temos de considerar que esses projetos foram impostos por uma norma regulamentadora, sem antecipar as dinâmicas das mudanças implicadas, de forma quase instantânea, de fora do trabalho, requerendo supostamente apenas a aplicação prática dos operadores. Ainda, no nível macro (da norma), o trabalho e a técnica tinham sido esquecidos, mas no nível meso (das empresas) a técnica tornou-se onipresente em relação ao trabalho, este sim, submetido à prova do real, religando todas as dimensões evocadas anteriormente, sem evitar que novos riscos surgissem: riscos para a saúde, a segurança, a produção, a qualidade, o desempenho.

O potencial revelador das desordens sobre o sistema pode e deve ser aproveitado no projeto. Não estamos mais falando de concepção para o uso que o usuário fará, mas sim do uso pelo sistema, ou seja, de como todo o sistema vai ser afetado e precisará ser transformado para que a inovação funcione em todo seu potencial.

Nos casos estudados, as resistências do sistema em se apropriar se traduziram por novos riscos de acidentes, novos riscos à saúde, aumento de custos, deterioração da qualidade, etc. E se, retomarmos a consideração de que a inovação aqui estudada tinha como objetivo inicial a prevenção à saúde, é inaceitável que ela provoque novos riscos. Tal constatação nos obriga a repensar os projetos em prevenção.

### **5.2.3 Como o processo de apropriação pode ser facilitado (terceira hipótese)**

Neste capítulo pretendemos discutir nossos achados iniciando por uma breve descrição das principais funções dos agentes de prevenção externos e internos às empresas, prosseguiremos com o relato sobre como se deu a intervenção no caso da umidificação nas empresas estudadas e em seguida uma discussão teórica de como o processo de apropriação pode ser facilitado pelos agentes de prevenção.

### **5.2.3.1 Quem são os agentes de prevenção?**

Agentes de prevenção externos às empresas são ligados a organismos públicos que atuam fundamentalmente na fiscalização das condições de trabalho, tendo por base o cumprimento ou não das Normas Regulamentadoras (NRs). No caso das empresas de extração e beneficiamento de granito, os organismos responsáveis pelas fiscalizações são: MTE (Ministérios do Trabalho e Emprego); MPT (Ministério Público do Trabalho); e MME (Ministério de Minas e Energia); em alguns municípios os CERESTs (Centro de Referência em Saúde do Trabalhador), subordinados à Secretaria da Saúde e Ministério da Saúde, também têm poder fiscalizador, mas não é esse o caso dos municípios onde se realizou esta pesquisa. Nessas cidades, o CEREST tem a função apenas de orientação e atendimento ao trabalhador. Outro órgão público que não tem poder de fiscalização mas atua no sentido de orientação ou em perícias quando há solicitação judicial é a FUNDACENTRO subordinada ao MTE.

Nas empresas estudadas, somente o MTE teve atuação efetiva, tendo realizado vistorias, negociado prazos e aplicado multas por não cumprimento do prazo.

A norma NR22 do MTE, que trata da mineração, foi promulgada em 1978. Em 1998, o próprio MTE, representado por auditores e pesquisadores da Fundacentro, formou um grupo de trabalho juntamente com os sindicatos dos trabalhadores e patronal, com o lema “taxa zero de poeira”. Deram início então a campanhas de informação e conscientização.

Em 2002 os agentes de fiscalização, após várias denúncias do sindicato dos trabalhadores, verificaram, em vistorias, que a maioria das empresas ainda não fazia controle de poeira. Fizeram negociações tripartites (MTE, sindicato dos trabalhadores e sindicato patronal) e deram 5 anos suplementares para as empresas se adequarem. Nessa negociação, os sindicatos patronal e dos trabalhadores e o MTE também tiveram atuação importante. O patronal havia conseguido a prorrogação do prazo em mais 5 anos. Vencido esse prazo, em 2007, o sindicato dos trabalhadores fez a denúncia do não cumprimento da norma, o MTE fiscalizou e confirmou a ausência da umidificação.

Em 2007 então, foi a vez do MPT iniciar 60 ações civis públicas contra empresas de grande e médio porte. As empresas estudadas nesta pesquisa não sofreram estas ações.

O MPT e o sindicato tiveram, portanto, papel fundamental nos processos jurídicos para que as empresas em geral se adequassem à norma de umidificação.

O MME, embora tenha normas relacionadas à saúde e segurança e inclusive uma norma idêntica à do MTE para umidificação, seus agentes de fiscalização não têm observado o cumprimento dessas normas. O papel deles é voltado principalmente à concessão de direito de lavra na área onde se encontra uma frente de extração, que implica em inúmeros processos e documentações. A concessão costuma demorar de vários meses até alguns anos. Atualmente, uma das exigências é plano de umidificação mas, na época que as empresas estudadas nesta pesquisa solicitaram a licença, esse não era um critério.

A FUNDACENTRO teve papel importante na informação, sobretudo através do sindicato patronal e ações efetivas nas empresas de beneficiamento. Mas o foco era informar e conscientizar sobre o adoecimento pela respiração da poeira de sílica. Para isso realizaram palestras, publicaram livretos e editaram vídeos informativos, cujos conteúdos eram voltados à explicação do que é sílica, onde ela está presente, o que é silicose e pneumoconiose, os sintomas, sua relação com a poeira de sílica, equipamentos de proteção individual (máscaras respiratórias) e proteção coletiva (umidificação).

O Cerest da região onde se realizou a pesquisa teve atuação apenas no atendimento médico do trabalhador, sem qualquer intervenção, nem mesmo de orientação junto às empresas.

Embora estes órgãos tenham tido atuações de fundamental importância para a implantação da umidificação no setor, cada um na sua especificidade, a crítica que se faz nesta pesquisa é que nenhum deles se aproximou do trabalho real, nenhum acompanhou os projetos de implantação da umidificação e não conversaram entre si na busca por uma atuação conjunta.

Os agentes de fiscalização internos às empresas são funcionários da própria empresa contratados para o fim específico de segurança e prevenção, como os técnicos de segurança, engenheiro de segurança, médico do trabalho e demais profissionais que possam compor o SESMT (Serviço de Segurança e Medicina do Trabalho). Também podem ser profissionais com essas mesmas competências, mas que sejam de empresa especializada prestadora de serviço. Portanto, eles prestam um serviço terceirizado.

Nesta pesquisa somente as grandes empresas possuíam SESMT, as pequenas e médias contrataram serviços de uma prestadora.

Outro grupo de agentes de prevenção internos são os membros da CIPA (Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – empresas de beneficiamento) ou CIPAMIN (Comissão Interna de Prevenção de Acidentes na Mineração – somente para as empresas de extração). Essas comissões são formadas por membros dos SESMT e também por trabalhadores e possuem atribuições de detectar e gerenciar os riscos à saúde e segurança dos trabalhadores. Os documentos utilizados nas empresas de beneficiamento são o PPRA (Programa de Prevenção de Riscos de Acidentes) que os membros da CIPA também têm como função acompanhar e o PCMSO (Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional) que somente o médico elabora e acompanha. O PPRA consiste na identificação de situações de riscos químicos, físicos e biológicos por posto de trabalho e ao ambiente em geral, e propostas de medidas de controle inclusive com plano de execução. O PCMSO é um documento médico que consiste em exames médicos de admissão, periódicos, mudança de função, histórico de afastamento, exame para demissão e exames específicos como o raio-x pulmonar no caso de prevenção das pneumoconioses.

No caso das empresas de extração é utilizado também o PCMSO e o PGR (Programa de Gerenciamento de Risco) cuja principal diferença em relação ao PPRA é a ênfase no gerenciamento, dada a característica de mutabilidade das frentes de trabalho. Enquanto o PPRA tem prazo de validade de um ano nas empresas de beneficiamento, o PGR na extração não possui data já que um novo plano deve ser feito sempre que a situação mudar, a frequência varia muito conforme as empresas, mas em geral, muda-se a situação semanal ou mensalmente.

Nas empresas estudadas, a participação dos trabalhadores seja na CIPA, seja na CIPAMIN é praticamente nula, simples cumprimento de norma e subordinação às lógicas empresariais. Eles desconheciam as normas regulamentadoras, se diziam intimidados e temiam retaliações (conforme relatório: Lima, FPA, Silveira, AM. Saúde e Segurança no Setor Mineral: avaliação da efetividade do quadro normativo e das práticas de prevenção de acidentes e doenças no trabalho, Belo Horizonte, 2010)

Em relação aos serviços terceirizados, esses estavam bastante distantes do trabalho, em alguns casos houve apenas uma única visita a uma frente de trabalho e na maioria das frentes não houve nenhuma visita sequer. Os documentos PPRA, PCMSO e PGR não abrangiam efetivamente todos os riscos, nem tão pouco eram consultados pela empresa no seu planejamento de produção. Serviam apenas para fins de fiscalização, pois são documentos obrigatórios de serem apresentados.

Dentre as grandes empresas estudadas aqui e que possuem SESMT organizados, apenas na de extração esse grupo teve papel mais efetivo. Eles formaram um grupo de trabalho que se aproximou um pouco mais do trabalho real, o que lhes permitiu encontrar uma solução tecnológica para os problemas advindos da umidificação, embora algumas dificuldades ainda permaneçam como já explicitado. Outro ponto positivo foi a mudança de representação que os trabalhadores possuíam sobre o profissional técnico de segurança. Antes das modificações e discussões em torno da umidificação, ele era visto como ameaça de advertências, mas depois passou a ser solicitado como alguém que dá apoio aos trabalhadores nas questões relativas à saúde e segurança.

Pode-se dizer que os SESMT das grandes empresas estavam mais próximos do ponto de vista da saúde ocupacional, enquanto os gerentes se aproximavam mais do planejamento da produção, os trabalhadores dos riscos e da qualidade.

Na Extragran, após o fracasso da coifa e a revelação das constantes perdas de hastes surgidas no martelete com duas agulhas montou um grupo de trabalho que, como já dito em maior detalhe no item sobre as dificuldades. As trocas e diálogos entre os trabalhadores e profissionais da prevenção possibilitaram aos funcionários se exprimirem e relatarem os problemas e dificuldades por eles enfrentados, tais como: hastes presas devido à lama que endurece dentro das perfurações; aumento da fadiga quando esse incidente ocorria; necessidade de “lavar o furo” para retirada da lama; impossibilidade de realizar satisfatoriamente essa lavagem quando a perfuração ultrapassava 20m; excesso de água projetada sobre os trabalhadores durante o funcionamento do martelete; e esforço físico excessivo de um ou de um grupo de trabalhadores na tentativa de recuperação da haste.

Ao grupo de trabalho permitiu-se realizar os testes necessários e demandas de solução junto aos fabricantes para resolver os problemas. Esses testes viabilizaram à empresa

solicitar ao fabricante de martetele pneumático as características que buscavam nas ferramentas como o projeto de duas agulhar (ar e água) e novo projeto de ferramenta com apenas uma agulha de água, mas associada a obras de engenharia civil para colocação de caixa d'água à altura de 500m, ou compra de bomba de água para que o fornecimento seja feito com a pressão necessária.

No entanto, os problemas para as tarefas interdependentes como a dos batedores de cunha e dos tratoristas não foi observado. A necessidade de alteração nos planejamentos da produção (tempo, organização do trabalho em equipes) também não foram notadas na época do grupo de trabalho, somente após diversos atrasos na entrega de produto, segundo entrevista com encarregado.

Mesmo se o SESMT, os gerentes e os trabalhadores estivessem por vezes visando às mesmas coisas, o diálogo não foi suficiente para permitir encontrar uma solução satisfatória. O trabalho na sua complexidade não foi pensado por essas equipes ou gerência. Encontram-se aí os dois problemas já mencionados: um ponto de vista muito simplista sobre o trabalho; e pontos de vista que não se encontram.

### **5.2.3.2 Favorecer a apropriação: uma prática a ser desenvolvida**

Todas as empresas que participaram desta pesquisa são a favor da introdução da água no meio e reconhecem que trabalhar sem poeira é mais confortável, mais saudável e que, além disso, aumentou a rentabilidade. Nas empresas de beneficiamento, a qualidade do brilho melhorou, o desempenho dos trabalhadores melhorou, os custos de manutenção baixaram significativamente, aumentando o lucro da empresa, mesmo que o tempo de produção tenha aumentado. Nas empresas de extração, os custos também baixaram pois não houve mais perda de broca ou de haste e o conforto para o trabalhador e para as comunidades vizinhas melhorou após a redução da poeira. A umidificação encontrou seu ponto de ancoragem no meio, mesmo que para obtê-la tenha sido necessário o confronto com diversos problemas inesperados.

A pergunta que mobiliza esse capítulo é: como essa trajetória cheia de percalços poderia ter sido facilitada?

Na época de experimentação da coifa, a técnica pensada pelos engenheiros e técnicos de uma das empresas foi, por eles e pelo proprietário da empresa, considerada satisfatória,

embora do ponto de vista do trabalho ela tenha sido motivo de raiva e de pedidos de demissão, tal era a dificuldade que ela impunha ao trabalho e, do ponto de vista de saúde e segurança, a poeira permanecia. Essa tentativa de concepção não continuou após o uso. A empresa só tomou conhecimento da falha após ação da fiscalização.

A empresa Extrapeq estava de tal forma distante do trabalho, que mesmo as perdas de hastes e, portanto, perda de tempo de produção e custos ligados a isto eram desconhecidos da empresa. O proprietário tomou conhecimento desse fato após a realização desta pesquisa, e após a descoberta, ele ficou bastante interessado em um projeto que contasse com a participação de trabalhadores, realizando simulações e testes.

A empresa Benepeq ainda hoje utiliza lixadeiras e politrizes elétricas e vários acidentes com choque elétrico ocorrem, porém não são sequer comunicados. “*Ah, tomar choque de vez em quando é normal, faz a gente acordar*” (Trabalhador). Mas, não. Não é normal tomar choque... Este é um bom exemplo de que deixar a boa solução a serviço dos trabalhadores não é suficiente. Talvez se tivesse havido uma condução de projeto que estivesse atenta à toda complexidade da introdução da umidificação, as coisas poderiam ter um final melhor e mais salutar.

Os debates em torno das normas evocam as disjunções entre desempenho econômico, saúde, segurança e dispositivos inovadores de prevenção. Expõem a necessidade de se implantar processos de concepção para prevenção que sejam mais participativos e ainda que envolvam os trabalhadores.

Estudos de Béguin mostraram que a concepção pode ser mal sucedida (BÉGUIN, 1997) ou ser utilizada de uma maneira bem diferente daquela imaginada pelos engenheiros (BÉGUIN, 2005). Para conceber é preciso considerar o quanto uma mudança pode tornar difícil uma atividade e quais riscos desconhecidos ela pode trazer para a saúde e segurança no trabalho. Quanto maior a distância entre o processo de concepção, a atividade real e o saber-fazer dos operadores, maior é o desconhecimento sobre os riscos potenciais que essa inovação pode carregar.

O modelo de intervenção em prevenção que vigora no Brasil não tem favorecido esse encontro entre os prevencionistas e os trabalhadores. O modelo vigente dentro das empresas ainda é o da Saúde Ocupacional, modelo este baseado na conformação das

relações de poder, que favorece a alienação por meio de informações restritas e atuação autoritária dos profissionais agentes de prevenção (LACAZ, 2007). Nesta pesquisa, a fala de um trabalhador é bastante reveladora “*A gente ficava de olho se aparecia o capacete azul (forma de identificarem o técnico de segurança da empresa, cujo capacete era da cor azul, diferentemente dos outros de cor amarela) ... quando a gente avistava ele, corria ligar a água, senão fazia sem água mesmo*” (Trabalhador). O técnico era considerado *persona non grata* dos trabalhadores quando ele buscava assegurar o respeito às normas que visam preservar a saúde destes. Isso acontecia na época de uso da coifa, que era um artefato que impedia absolutamente o bom andamento do trabalho. A forma de atuação autoritária, que exigia o cumprimento de uma regra, sem se aproximar dos prejuízos para o trabalho que essa mesma regra produzia, é que promovia esse total desencontro.

Lacaz (op. cit.) defende que é preciso ampliar o enfoque de maneira a buscar ferramentas que favoreçam a incorporação do conhecimento dos trabalhadores na formulação de medidas de prevenção.

Pensar o papel do agente de prevenção interno exige refletir sobre a formação deles, as exigências que as empresas os colocam em termos de objetivos e finalidades, e o lugar de importância que elas dão a esses atores (GARRIGOU & PEISSEL-COTTENAZ, 2008; GARRIGOU, 2011). Mas o que se encontra tanto na França, através das pesquisas de Garrigou, como no Brasil, pelas pesquisas de Lacaz, é que o papel dos técnicos ou engenheiros de segurança é restrito à observância de respeito às normas e regras de prevenção, numa lógica de segurança centrada na ocorrência de acidentes ou ameaça à integridade física. Eles estão ainda muito distantes de uma lógica real de prevenção, qual seja: aproximação do trabalho real, intervenção diária, visão prospectiva do trabalho real, participação em projetos de concepção (GROSJEAN & NEBOIT, 2000).

Essa crítica não serve apenas ao papel dos prevenционistas internos, mas também aos externos. Nesta pesquisa, os agentes de fiscalização não se aproximaram dos projetos de concepção e nem da implantação do processo unificado. Eles participaram apenas na avaliação da técnica da coifa recusando-a sem, no entanto, apontar novos caminhos ou possibilidades. Outros estudos também questionam esse papel do agente fiscalizador que é baseado apenas no *check-list* dos itens das NRs (Normas Regulamentadoras) e

pouco contribuem para um plano de ação verdadeiramente voltado à prevenção e promoção à saúde e apontam a saúde do trabalhador como uma problemática do Estado que demanda propostas supra-institucionais (MINAYO-GOMES & LACAZ, 2005; ALMEIDA e JACKSON FILHO, 2007; LIMA, 2009; VILELA et. al., 2012).

Esta tese defende a importância do enriquecimento do papel dos agentes de prevenção internos ou externos, apontando para a necessidade de incluir estes profissionais nos projetos de concepção de inovações, principalmente quando se tratam de novidades técnicas ou de gestão, que estejam a serviço da prevenção e promoção à saúde dos trabalhadores. O agente de prevenção pode ser aquele que desenvolve uma atividade de mediação entre o ator da empresa e o objeto sobre o qual esse ator age (SIX, 1999).

Na pesquisa de Lamonde, F., Richard, J., *et al.* (2009), o papel do agente de prevenção dentro de um projeto de concepção é o de fornecer conhecimento sobre a situação real ou de referência com dados de saúde e segurança, com especificações de procedimentos operacionais e outros. E cabe aos projetistas buscar harmonizar as questões de saúde e segurança às questões da concepção técnica colocando-as em mesmo nível, por exemplo, garantir um trabalho seguro e produtivo.

Como mostrado, a apropriação é uma etapa fundamental nos processos que visam implantar uma inovação no trabalho. Como tal, ela não pode ser negligenciada. É preciso pensar a apropriação num processo de individuação, onde a gênese de um indivíduo e também de suas características sejam consideradas (ZOUINAR et. al., 2011). Deve ser pensada em diversas dimensões: a) a dimensão da gênese instrumental, que é aquela do desenvolvimento e transformação de um artefato dado em um instrumento a serviço da atividade de trabalho; b) incorporação, que consiste na integração do objeto técnico, dos gestos, saber-fazer e modos operatórios; dimensão corporal, psíquica, cognitiva, social e cultural; c) dimensão temporal e espacial onde o instrumento está inserido; d) a variabilidade individual e coletiva; e) o sistema onde ela será introduzida e as possíveis interações com ele.

Projetos de concepção que estão a serviço da saúde do trabalhador, ou seja, da lógica de prevenção real, devem focar três níveis de ajustes: micro, meso e macro. Micro ajuste é um ajuste local e frágil, aquele do face a face do trabalhador frente ao objeto, quando ocorre a gênese instrumental, a incorporação e a enculturação. Meso é o nível da

empresa e seu sistema, a apropriação sistêmica. E macro é uma modificação de políticas, de técnicas, da cultura e jurídica que podem se concretizar pela definição de normas.

A apropriação deve ser considerada como uma fase importante e delicada da concepção (CARROL, HOWARD *et. al.*, 2004), normalmente negligenciada nos projetos que partem de uma visão de homem e de mundo tecnocentrada, que desconsidera as transformações que o artefato sofrerá em consequência de seu uso durante o desenvolvimento da atividade do usuário e é este desencontro que pode tornar a concepção mal sucedida (BÉGUIN, 1997). Apropriação é um conceito que assume a atividade num quadro temporal contínuo e durante o qual o usuário escolhe ou redefine a funcionalidade do dispositivo para dar um sentido ao seu uso. A ênfase é, portanto, sobre o papel ativo e criativo do ator (MILLERAND, 2002).

Segundo Haradji, Poizat *et. al.* (2011), a novidade técnica para ser bem implantada deve ser aceita pelos indivíduos e inserida no seio do coletivo. As transformações vão além da dimensão técnica ou organizacional, portanto é preciso adaptar para atender os valores culturais relativos a uma profissão, um coletivo ou uma empresa. É preciso direcionar o projeto para a apropriação e considerar a dimensão também cultural da mudança, o que significa acompanhar a mudança.

A abordagem antropocêntrica pensa a concepção como um reencontro de desenvolvimento duplo: desenvolvimento do artefato e também desenvolvimento dos sujeitos, tanto os projetistas quanto os que farão uso do objeto técnico (BÉGUIN, 2003). Este é o papel dos agente de prevenção, buscar as possibilidades de realização da atividade de forma a torná-la favorável ao trabalho humano (BÉGUIN e DUARTE, 2008).

Pode-se dizer que é preciso conceber para a apropriação e esta escolha impõe a articulação de critérios baseados na proteção e prevenção: aceitabilidade social e cultural, ajuda individual e coletiva, e eficácia (POIZAT, HARADJI *et al.*, 2011). O debate sobre a apropriação é importante na medida em que recoloca como central a atenção para questões como o uso humano e social da inovação (BANNON, 2011).

Quando projeta um dispositivo técnico ou artefato qualquer, o projetista toma como referência, para determinar decisões de projeto, um esquema de uso que ele julga ser

válido, ou que possa ter sido informado a ele como tal. Desta forma, uma vez concebido o projeto, o artefato desenvolvido “cristaliza” um conhecimento, uma representação ou um esquema de uso que foi adotado pelo projetista. Mas, o fato é que nem sempre o projetista considera suficientemente o funcionamento da atividade na qual o instrumento em desenvolvimento será inserido. A consequência disso é a inserção de um artefato na atividade de trabalho que poderá se tornar fonte de dificuldades no caso de os modelos adotados pelo projetista serem falsos ou incompletos (BÉGUIN e RABARDEL 2000; BÉGUIN, 2008; BÉGUIN, 2007).

Durante o processo de umidificação, várias mudanças foram feitas: ritmo de produção, gestão do espaço de trabalho, gestão da produção, modos operatórios, etc. Algumas soluções trouxeram vários problemas: risco de acidente, penosidade e perda de material. Sem acompanhamento por parte da empresa, são os trabalhadores que devem enfrentar essas desordens, não podendo, no entanto, evitar a penosidade. Alguns abandonaram o emprego por não aguentar mais essas condições. O que é bastante sério ao se considerar que o que provocou tal situação insuportavelmente penosa foi uma alternativa de solução para um problema de saúde e uma exigência dos órgãos de fiscalização.

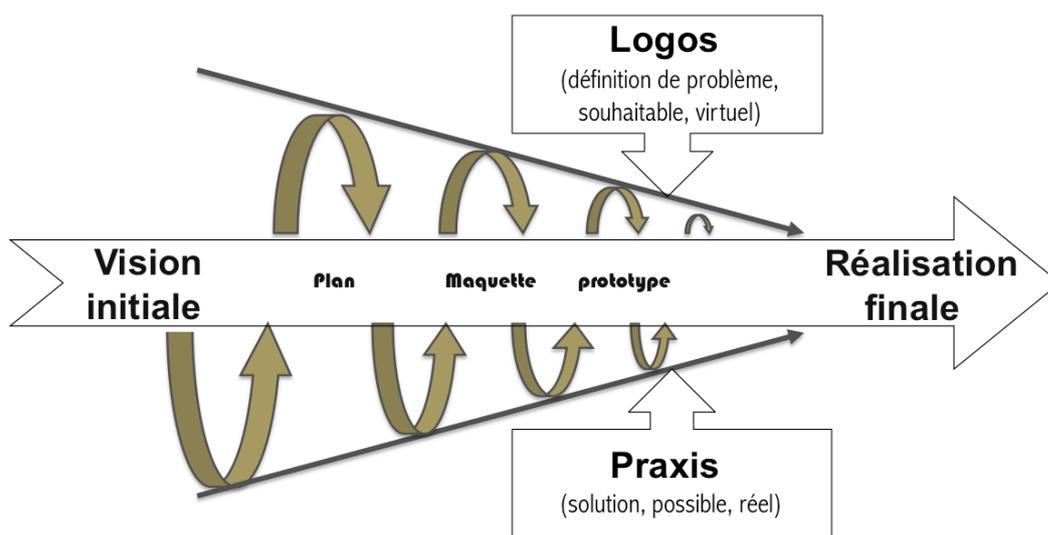
A inovação foi impensada em termos de condução de projeto ou de mudanças a operar. Cristalizada numa ideia de processo de produção de atividades estimadas como imutáveis e imperturbáveis, ignorando as aprendizagens, as mutações a serem integradas, o conhecimento e práticas anteriores potenciais e suas evoluções.

Nas empresas estudadas, os projetistas partiram de uma visão cristalizada sobre o trabalho com o martetele pneumático e as lixadeiras. E mesmo se depois eles compreenderam que não era como haviam pressuposto (a coifa não funcionava tão bem assim e martelo com duas agulhas só perfurava bem até uma determinada profundidade), não passaram para a construção conjunta ou para o desenvolvimento de algo que oferecesse margem de manobra para o uso.

Embora sem uma proposta de condução de projeto, as trocas e diálogos entre os operadores e os agentes de prevenção permitiram aos trabalhadores exprimirem suas dificuldades e aos prevenicionistas fazerem algumas mudanças e testes necessários para resolver os problemas.

Béguin (2010) discute o processo de concepção como uma situação onde há um conhecimento “*logos*” sobre um problema a ser resolvido, o que se deseja, em jogo com o que é possível na prática “*praxis*” e os conflitos com o real. Os diálogos entre o desejável e o possível são mediados pelo projeto. O projeto parte então de uma vontade relativa ao futuro em direção à realização final e pode utilizar de meios como planos, maquetes, protótipos, testes em situação de simulação, objetos intermediários, que facilitam o encontro entre o que se deseja e o que é possível. A figura 13 abaixo ilustra a teorização de Béguin.

**Figura 13:** A condução do projeto como tensão entre logos e praxis



(Béguin, 2010)

No caso estudado, o problema era a poeira e o real era: perfurar rocha produz poeira. No entanto, eles partiram da ação concluída, inseriram água no meio sem ensaios e testes anteriores. A resistência do real apareceu na forma de diversas desordens e acidentes, obrigando os projetistas a repensarem as decisões tomadas e reprojetares os artefatos. Novos problemas, novos diálogos, novas alterações. Pode-se dizer que eles fizeram o caminho inverso, foram e voltaram diversas vezes até que chegaram a um resultado satisfatório.

O ponto de partida foi a técnica, mas a palavra do trabalhador teve lugar. A cada dificuldade relatada pelos operadores fizeram-se novas alterações nos equipamentos, o que facilitou o processo de apropriação do artefato pelo sujeito. As trocas de informações foram fundamentais para as empresas solicitarem aos fabricantes novas

alterações, mas foram ainda mais cruciais no conhecimento do efeito de propagação dos problemas e na constatação da necessidade de apropriação sistêmica, realizando modificações na atividade mas também, e principalmente, na organização do trabalho.

Na Extragran houve maior aproximação entre projetistas e usuários, mesmo que tenham sido apenas no sentido de diagnosticar os problemas e que não tenha havido ocasião formal de encontro entre mundos. Mas os testes de uso do martelete com as modificações pensadas possibilitaram melhor compreensão do efeito da água sobre o sistema e a urgência desse sistema em se apropriar dessa inovação a fim de se obter melhores resultados.

Projetar para apropriação deve considerar como uma dada mudança pode afetar a natureza difícil de um trabalho, a saúde e a segurança do pessoal. Na concepção é preciso operar uma distinção de fundo entre o projeto e o quão possível de ser realizado ele é. Há que se seguir um desenho para o artefato, perseguir uma vontade relativa ao futuro, mas é também realizar mudanças dentro de um contexto físico, psíquico e social. Isto não é trabalho apenas para os projetistas.

Os usuários devem ser considerados no processo de concepção como aqueles que continuarão ou terminarão o projeto, realizando adaptações contínuas da estrutura e do estado do sistema conforme as necessidades locais, as situações e a atividade sempre cheia de variabilidades (BÉGUIN, 2005). A concepção deve, portanto, dar poder aos usuários, reconhecê-los como projetistas, legitimar suas adaptações que são fundamentais para o sucesso do projeto e considerar o reprojetar quando uma adaptação puder trazer novos riscos para a saúde e segurança. É preciso reprojetar o artefato até que ele seja totalmente apropriado e se transformar num instrumento mediador eficaz e pertinente para a atividade do sujeito.

Não é só o artefato que passa por uma gênese mas a atividade profissional também, num processo que Béguin (2005) denominou de gênese profissional. É um processo mais ligado à atividade do que ao sujeito. É o momento no qual os trabalhadores se tornam *experts*, que o profissional se apropria da ferramenta, do espaço de trabalho, desenvolve suas competências. É, portanto, o momento de construção do mundo profissional.

Para Folcher (2003), o que está em jogo é o encontro e a recíproca polinização cruzada dos processos de projeto para uso e projeto em uso. O aprendizado mútuo entre projetistas e usuários é a questão.

Béguin (2010) discute a importância do desenvolvimento de interações entre projetistas e usuários, mas vai além, dizendo que existem mundos profissionais diferentes e que é preciso promover o encontro entre esses diferentes mundos.

O conceito de mundo profissional visa estabelecer uma orientação implícita na maneira de apreender o real, mas visa também considerar o fato de que os sujeito “ajeitam” as situações.

Construir um mundo comum entre usuários, projetistas, gestores, agentes de prevenção, agentes de fiscalização, nesse contexto de tamanha diversidade de atores e posições heterogêneas é o que se faz urgente na trajetória de prevenção da saúde e segurança no trabalho.

Construir um mundo comum é uma maneira de colocar em tensão os vários polos para se desenhar a cartografia de vias a explorar. Os mundos não podem ser negociados, mas o sentido de aprendizagem entre os mundos deve, no entanto, ser coletivamente discutido e negociado. Essa exploração do mundo comum constitui uma dimensão essencial da condução de projetos (BÉGUIN, 2010).

Quando não há o encontro entre os mundos e a apropriação ocorre sem recursos, apenas no nível micro do trabalhador frente ao instrumento, ela pode ser ignorada no silêncio da eficiência, ou o que é ainda pior, aparecer como um desvio das regras, portanto, como algo indesejável. Em se tratando de dispositivos de prevenção, encontra-se o mesmo problema. No que tange a análise das apropriações e seus destinos diversos, o que é esperado é a exploração de caminhos favoráveis e, sobretudo, a interrogação de dinâmicas dialógicas da sua concepção, articulando os mundos profissionais presentes (projetistas, trabalhadores, agentes de prevenção, gestores). Embora os modelos clássicos de engenharia separem usualmente a concepção da execução (DUARTE, 2002), é a promoção desse encontro de mundo o que se espera que permita uma prevenção eficaz (VILELA et. al., 2007). É portanto, um programa tecnológico e conceitual que se propõe.

*“Esta ideia conduz a ultrapassar a concepção ergonômica em termos de ajuda (...) – o que permite assegurar, além da conformação às características psico-fisiológicas humanas, uma inadequação situacional e uma certa continuidade cultural, mas que arrisca restar-se preso à técnica – e alcançar uma concepção ergonômica em termos de apropriabilidade da técnica (...). Sobretudo, na hipótese da cognição (ou ação) situada, ela propõe à ergonomia uma responsabilidade renovada: não apenas prevenir os efeitos negativos sobre o homem e a produção da inovação técnica, não apenas adicionar algumas ferramentas suplementares (automatizações, sistemas inteligentes) e pensar a concepção do conjunto de uma maneira que auxilie efetivamente o homem em situação, mas também e sobretudo, participar de uma produção senão de uma humanidade desejada, ao menos de um aspecto inerente a uma tal humanidade desejada” (THEUREAU, 2004 p.22).*

## 6. Conclusão

Este estudo permitiu identificar o processo de implantação do sistema umidificado e seus diversos desdobramentos no setor de extração e beneficiamento do granito.

Partiu-se de três hipóteses: inovação traz perturbações; é graças à apropriação do trabalhador frente ao artefato e à apropriação sistêmica que as desordens podem ser superadas; a apropriação sistêmica pode ter sua implantação facilitada quando ela ocorre em um processo de trocas e diálogos entre os trabalhadores e agentes de prevenção.

Estas hipóteses foram confirmadas nesta pesquisa que:

1) Apontou inúmeros transtornos que o processo de introdução da umidificação provocou na mineração de granito. Esteve na origem de alguns acidentes analisados. Trouxe inúmeras dificuldades para a realização do trabalho, tais como: dificuldades de manejo do artefato pelo trabalhador, exigência de mudança de modos operatórios, novos riscos de acidente e à saúde (fadiga, dores lombares, irritação), exigências de transformações no artefato, perda de material, aumento no tempo de produção, necessidade de investimentos financeiros, dentre outros.

2) Confirmou que tais transtornos foram superados com a apropriação individual e sistêmica. Individual enquanto apropriação com transformações na forma de realizar a atividade, ou pequenos ajustes no artefato, incorporação do objeto no corpo de maneira que os gestos se tornaram automatizados, e enculturação no sistema simbólico e de sentidos da população de trabalhadores que passaram a exigir o trabalho com água. Sistêmica pois que num processo de propagação da apropriação pelos trabalhadores de tarefas concorrentes e interdependentes, da gestão de recursos humanos, da gestão de produção, de manutenção, qualidade, dentre outras. Estas duas dimensões da apropriação revelaram-se de fundamental importância para a análise dos elementos componentes do sistema e para o sucesso da implantação do processo umidificado;

3) Evidenciou a necessidade de inclusão de um mediador no interior do sistema de **trabalho encarregado de favorecer os diálogos e de recolher os dados e conhecimento dos trabalhadores nos** projetos de concepção e inovações com finalidade de prevenção e promoção à saúde dos trabalhadores. Esse mediador pode ser o projetista, mas também

outros profissionais. Isto indica a importância de se re-interrogar o papel desses agentes num nível meso, ou seja, aquele das empresas e seus profissionais de saúde e segurança, mas também em nível macro, aquele das normas sempre atentas às medidas de reconhecimento, monitorização e controle de riscos, mas ainda negligentes em relação à aplicabilidade de suas recomendações.

No fundo, não podemos pensar a prevenção independentemente das estratégias de produção e das problemáticas industriais.

O que se pode notar com a apropriação sistêmica é que para que a prevenção funcione é preciso que haja uma consideração de todo o sistema. É preciso que seja difundida e integrada no interior de uma organização ou no interior da produção.

Os sistemas de prevenção constituem inovações e é preciso observá-los como tais, não desconectando-os da condução do projeto e dos objetivos e lógicas que trazem em si. É preciso, sem dúvida, pensar numa interação, uma articulação entre o nível de construção das normas (agentes de prevenção externos), o nível das empresas (agentes de prevenção internos, grupo de condução de projeto, produção, manutenção,...), e o nível micro do trabalhador e sua atividade de trabalho. Não se pode fazer tudo jogando com ajustes na última instância e no último nível.

A prevenção funciona quando se há apropriação sistêmica, ou seja, quando se é capaz de integrar os constrangimentos da solução de prevenção na estratégia industrial. Em certos casos, eles desenvolveram novas estratégias de produção para finalmente integrar a umidificação.

Não podemos pensar que as lógicas industriais estejam à parte, e que elas desviem ou afastem por sua vez o trabalho e os trabalhadores, cuja atividade é apresentada sob formas limitadas de ação, como se fosse uma aplicação estrita de normas e procedimentos existentes.

As empresas que conseguiram integrar definitivamente a umidificação às estratégias de produção foram as que conseguiram traduzir a inovação para a prevenção da poeira em novas estratégias de produção.

Nossa tese geral é a de que a confiabilidade dos sistemas sociotécnicos aumenta ao se criarem as condições de apropriação dos dispositivos de produção ou de prevenção e que isso se joga, se combina e se compõe em três níveis: o da prática individual e coletiva, o do sistema que compõe a organização/empresa e o da sociedade. Como favorecer essa articulação ainda resta ser inovado.

### **6.1 Limites e perspectivas da tese**

O início desta pesquisa ocorreu a partir de um projeto de pesquisa em convênio entre o Ministério de Minas e Energia e a Universidade Federal de Belo Horizonte, em que o próprio MME enviou cartas-convite às empresas para que elas aceitassem participar do projeto e ofereceram, além do diagnóstico da situação de saúde e segurança dessas empresas, um prazo mais largo para adequações. Mesmo com esse convite, poucas foram as empresas que aceitaram, menos de 10% das convidadas, segundo informação dada em entrevistas com responsável do MME pelo projeto. Foram convidadas empresas de mineração em geral, dentre elas as de granito, que foram duas as que aceitaram.

A primeira limitação foi sentida quando o projeto do MME encerrou e apenas uma das empresas aceitou continuar com a pesquisa para esta tese (a Extragran). A pesquisadora, então, recorreu aos sindicatos. Estes convidaram empresas que possuíam maior envolvimento com eles e que os secretários, tanto do sindicato patronal quanto o sindicato dos trabalhadores, consideraram que os proprietários eram mais abertos às pesquisas universitárias.

O acesso às minas, custos de viagem e alojamentos foram outros limites para esta pesquisa. Numa ocasião a pesquisadora se hospedou na residência da assistente social de uma das empresas, em outra, na residência de um sindicalista e nas outras ocasiões em hotéis da região. O transporte até as empresas foi em companhia dos sindicalistas, o que carregava de significados e representações aos sujeitos pesquisados de que se tratava de algo polêmico, ou pelego. Alguns trabalhadores não aceitaram participar alegando não concordar com o sindicato, mesmo tendo sido explicados os motivos da pesquisa e deixando claro o sigilo e anonimato.

O retorno para validação também foi difícil de ser negociado. Na Extragran, o vínculo estabelecido com a equipe do SESMT tinha facilitado a inserção da pesquisadora, e em

momentos de dúvidas na análise dos resultados ela pôde solicitar mais dados a essa equipe, mas ao longo dos 4 anos de pesquisa, a equipe não era mais a mesma e a empresa não mais autorizou a continuidade da pesquisa, o que impossibilitou a coleta de novos dados e validação de alguns.

A ausência dos dados, seja porque eles não existiam, seja porque as empresas não forneceram, limitou a teorização e a conclusão sobre os achados.

As práticas e atividades dos agentes de prevenção não foram estudadas, porque inicialmente não se percebeu essa necessidade, mas ao final da pesquisa isso se mostrou importante, porém não havia mais tempo hábil para tal investigação, além de que a rotatividade desses funcionários impediu qualquer tentativa, já que se tratava de recolher também a história dessa prática na época da introdução da umidificação.

Esse limite aponta para as perspectivas que esta tese abre no campo da pesquisa, como a necessidade de estudar a prática e a atividade dos agentes de prevenção internos e externos às empresas de maneira a compreender o mundo profissional dos agentes de prevenção também em outros setores de atividade.

A articulação da prática de prevenção e apropriação sistêmica ainda não está clara e carece de maior investigação. Nesta tese foi possível levantar questões que ainda estão sem respostas, como o que é um projeto de prevenção e qual o papel do agente de prevenção?

Outras questão a ser respondida é se há também um processo de apropriação mesmo quando não se trata de inovação, ou seja, para dispositivos já existentes e que inspiram novos jeitos ou modelos de uso.

Ampliando o estudo para dispositivos já existentes, uma possibilidade é também verificar o quanto eles revelam sobre o trabalho real e o mal funcionamento do sistema. Podemos pensar o projeto da mesma maneira para dispositivos já existentes?

Verificou-se a necessidade, ainda, de explorar o conceito de apropriação sistêmica como fenômeno que ocorre também em processos de inovação que não objetivam a prevenção.

Um caminho de pesquisa que a autora pretende percorrer em seu pós-doutorado é o de desenvolver uma metodologia de intervenção, em projetos de inovação para a prevenção. Esta proposta é de que tal metodologia permita a articulação entre: a prática

individual e coletiva (atividade); o sistema que compõe a organização (empresa); e a sociedade (Estado), numa perspectiva de desenvolvimento sustentável, compreendendo que saúde e segurança no trabalho é condição e objetivo de qualquer sistema de produção que se pretenda sustentável.

## Referências Bibliográficas

- ABRAÇADO, M.P. **A movimentação de cargas em plataformas offshore: da operação à integração ao projeto**. Dissertação de M.Sc. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2013
- ABRAHÃO, J., TORRES, C. “Entre a organização do trabalho e o sofrimento: o papel de mediação da atividade”. **Revista Produção**, v. 14, n.3, pp. 067-076, 2004
- ALGRANTI, E. *et al.* Patologia respiratória relacionada com o trabalho. In: MENDES, R. (Org.). **Patologia do trabalho**. 2. ed. Rio de Janeiro: Atheneu, p. 1329-1397, 2003
- ALMEIDA, I. M. “Trajetória da análise de acidentes: o paradigma tradicional e os primórdios da ampliação da análise”. *Interface*. Botucatu, v.10, n.19, pp. 185-202, 2006
- ALMEIDA, I. M.; VILELA, R. AG. **Modelo de Análise e Prevenção de Acidentes de Trabalho–MAPA**. Cerest Piracicaba. Piracicaba, 2010.
- ALMEIDA, I.M. “Abordagem sistêmica de acidentes e sistemas de gestão de saúde e segurança do trabalho”. **INTERFACEHS – Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente** - v.1, n.2, Artigo 1, dez 2006
- ALMEIDA, I.M., JACKSON FILHO, J.M. “Acidentes e sua prevenção”. **Rev. bras. saúde ocup.**, São Paulo , v. 32, n. 115, pp. 7-18 Junho/ 2007 .
- ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. **O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. São Paulo: Pioneira. p. 203, 1999
- AMALBERTI, R. De la gestion des erreurs à la gestion des risques. In P. Falzon (Ed), **Ergonomie**. Paris : PUF, 2004
- AMALBERTI, R. **La conduite de système à risques**.2.ed. Paris: Presses Universitaires de France. 2001. p. 242.

- AZEVEDO, R.G., **Silicose na exploração de rochas ornamentais**. Dissertação de M.Sc. Ecologia de Ecossistemas. Centro Universitário Vila Velha, p.126, 2009.
- BANNON, L. Exploring Appropriation – Beyond Tinkering & Tailoring...  
In: **Conférence Ergo EDF**. CNAM-Paris, 2011
- BAPTISTINI, M.A., BORGES, L.H., BAPTISTINI, R.A. “Aspecto de vida, trabalho e saúde de trabalhadores do setor de rochas ornamentais”. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.18, n.7, pp. 2105-2117, 2013.
- BARBOSA, M.S.A., CARNEIRO, A.P.S, MACIEL, J.G.F.S, *et al.* “Silicose em trabalhadores de quartzito da região de São Thomé das Letras – Minas Gerais: dados iniciais indicam um grave problema de saúde pública”. **Rev. Bras. Saúde Ocupacional**, São Paulo, v. 36, n. 123, pp. 177-184, 2011.
- BARCENILLA, J., BASTIEN, C., “La place de l’ergonomie dans les approche de l’utilisabilité et de l’expérience de l’utilisateur” **Travail Human**, v.72, n.4, pp. 331- 332, 209.
- BAUER, M.W.; GASKELL, G. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**. 2ª Ed. Ed. Vozes, Petrópolis, 2003
- BÉGUIN P., RABARDEL, P. “Design for instrument-mediated activity”. **Scandinavian Journal of Information Systems**, v.12. pp 173-190, 2000
- BÉGUIN, P. “Innovation et cadre sociocognitif des interactions concepteurs-opérateurs: une approche développementale”. **Le travail humain**, v.4, n.70, pp. 369-390, 2007.
- BÉGUIN, P. “Taking activity into account during the design process”. **@ctivités**, v. 4, n. 2, pp. 115-121, 2007
- BÉGUIN, P. “Argumentos para uma abordagem dialógica da inovação”. **Laboreal**, Porto/Portugal, v. 4, n.2 pp. 72-82, 2008
- BÉGUIN, P. “Design as a mutual learning process between users and designers”. **Interacting with computers**. v. 15, pp. 709-730, 2003

- BÉGUIN, P. “Le schème impossible, ou l'histoire d'une conception malheureuse”. **International Journal of Design and Innovation Research**, N.10, pp 21-41, 1997
- BÉGUIN, P. “Monde, version des mondes et mondes communs”. **Bulletin de Psychologie**, v. 57, n. 1, pp. 45-59, 2004
- BÉGUIN, P. Concevoir pour les genèses professionnelles. *In*: RABARDEL, P., PASTRÉ, P. (coord.). **Modèles du sujet pour la conception, dialectiques activités développements**. Octarès : Toulouse. pp 31-52, 2005
- BÉGUIN, P. **Conduite de projet et fabrication collective du travail: une approche développementale**. Habilitation à Diriger des Recherches. Ecole doctorale : sciences sociales : société, santé, décision. Université Victor Segalen Bordeaux 2. Bordeaux, 2010
- BÉGUIN, P. L'activité de travail: facteur d'intégration durant les processus de conception. *In*: BOSSARD, P. CHANCHEVRIER, C. LECLAIR, P. **Ingénierie Concourante: De la technique au social**. Ed. Economica. Paris, 1997
- BÉGUIN, P., DUARTE, FJCM. “Inovação: entre o trabalho dos projetistas e o trabalho dos operadores”. **Laboreal**. Porto/Portugal. v. 4, n. 2, pp. 10-14, 2008
- BÉGUIN, P. When users and designers meet each other in the design process. **Risky Work Environments: Reappraising Human Work Within Fallible Systems**, p. 153, 2009.
- BÉGUIN, P.; OWEN, C.; WACKERS, G. Shifting the Focus to Human Work within Complex Social-technical Systems. *In*: Owen C, Béguin P, Wackers G. **Risky Work Environments**. Burlington. USA: Ashgate Publishing Company, p.1-10, 2009
- BERTALANFFY, L.V. **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis: Editora Vozes, 1975
- BOBILLIER-CHAUMON, M.E. “Évolutions techniques et mutations du travail : émergence de nouveaux modèles d'activité”. **Le travail humain**, v. 66, n.2 p. 161-192, 2003.

- BOBILLIER-CHAUMON, M.E., DUBOIS M., “L'adoption des technologies en situation professionnelle : quelles articulations possibles entre acceptabilité et acceptation? ”. **Le travail humain**, v. 72, n. 4 p. 355-382, 2009.
- BON, A.M.T. **Exposição ocupacional à sílica e silicose entre trabalhadores de marmorarias no município de São Paulo**. Tese de D.Sc. Faculdade de Saúde Pública, USP, São Paulo, 2006
- BONI, V, QUARESMA, SJ. “Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais”. **Revista Eletrônica dos Pós-Graduandos em Sociologia Política da UFSC**. v. 2 nº 1 (3), p. 68-80, 2005
- BONNARDEL, R. “La psychométrie et la prévention des accidents du travail. L'importance du facteur ‘intelligence concrète’”. **Le Travail Humain**, v. 12, pp. 1-15, 1949
- BRASIL. Lei nº 8.213, de 24 de julho de 1991. Dispõe sobre os Planos de Benefícios da Previdência Social e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 25 jul. 1991.
- CANGUILHEM, G. **Normal e o Patológico**. Forense Universitária, Rio de Janeiro, 2006 [1966].
- CANGUILHEM, G. O problema das regulações no organismo e na sociedade. **CANGUILHEM, G. Escritos sobre a medicina**, Ed: Forense Universitária, Rio de Janeiro p. 71-88, 2005 [1955].
- CAPITANI, E.M. “A silicose (ainda) entre nós”. **J Bras Pneumol**. v. 32, n. 6, pp. 33-35, 2006.
- CARBALLEDA, G., BEGUIN, P., GARRIGOU, A., JACKSON, M. Gestion de l'intervention: interactions et construction de l'action dans les processus de conception industriels. **Performances Humaines et Techniques**. N°spécial, Paris 1 : Séminaire Desup. 1997

- CARNEIRO, A.P.S., SANTOS, M.A.M., MAIA, P.V *et al.* “Câncer de pulmão em trabalhadores expostos à sílica”. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 28, n. 4, pp. 233-236, 2002.
- CAROLY, S. **L’activité collective et la réélaboration des règles: des enjeux pour la santé au travail**. Habilitation à Diriger des Recherches Ecole doctorale : sciences sociales : société, santé, décision, Université Victor Segalen Bordeaux 2. 2010
- CARROLL, J., HOWARD, S., PECK, J. & MURPHY, J. “From adoption to use: the process of appropriating a mobile phone”. **Australian Journal of Information Systems**. n. 10, pp. 38-48, 2003
- CASTRO, H.M., SILVA, C.G., VICENTIN, G. “Estudo das internações hospitalares por pneumoconioses no Brasil, 1984-2003”. **Rev. Bras. Epidemiol**, v. 8, n. 2, pp. 150-160. 2005.
- CASTRO, S.I. **A capitalização da experiência do uso do ambiente construído: contribuições da Avaliação Pós-Ocupação e da Análise Ergonômica do Trabalho. Estudo de caso realizado em um Hospital-dia VIH**. Tese D.Sc. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro / Faculdade de Arquitetura e Urbanismo / Programa de Pósgraduação em Arquitetura. Rio de Janeiro: UFRJ /FAU, 2010.
- CAZAMIAN, P. **Traité d'ergonomie**. Editions Octares-Entreprises, 1987.
- CHIAVENATO, I. **Teoria Geral da Administração**. 6 ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2000
- CHIODI FILHO, C. Aspectos técnicos e econômicos do setor de rochas ornamentais. Lisboa. **Rochas e Equipamentos**, n. 51, p. 84-139, 1999.
- COLLINS, Harry; PINCH, Trevor. **O Golem à Solta: o que você deveria saber sobre tecnologia..** Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010. (Ciência, Tecnologia e Sociedade). Ribeiro, R; Lima, F.P.A (organizadores) p. 43-80

- COLLINS, Harry; PINCH, Trevor. **O Golem à Solta: o que você deveria saber sobre tecnologia..** Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010. (Ciência, Tecnologia e Sociedade). Ribeiro, R; Lima, F.P.A (organizadores) p. 43-80
- COMMISSION EUROPEENNE. Directive européenne dite SEVESO II. Directive 96/82/CE du Conseil du 9 décembre 1996, concernant la maîtrise des dangers liés aux accidents majeurs impliquant des substances dangereuses. **Journal officiel des Communautés européennes**, 14 janvier p.20, 1997
- COOPER, M.D; PHILLIPS, R.A. Exploratory analysis of the safety climate and safety behavior relationship. **Journal of Safety Research** v. 35. p. 497– 512, 2004
- CUNHA, D. M. (Org.). **Trabalho: minas de saberes e valores**. Belo Horizonte: NETE/FaE/UFMG, p. 1-6. 2007.
- CUVELIER, L. **De la gestion des risques à la gestion des ressources de l'activité : Etude de la résilience en anesthésie pédiatrique**. Thèse DsC. ÉCOLE DOCTORALE ABBE GREGOIRE. Centre de Recherche sur le Travail et le Développement. CNAM. Paris, 2011.
- DANIELLOU, F. “Entre expérimentation réglée et expérience vécue: Les dimensions subjectives de l'activité de l'ergonome en intervention”. **Activités**, v. 3, n. 1, pp. 5-18, 2006.
- DANIELLOU, F., SIMARD, M., & BOISSIERES, I. **Facteurs humains et organisationnels de la sécurité industrielle : un état de l'art**. Toulouse: FonCSI, 2009
- DANIELLOU, F. “L'ergonome, le maître d'ouvrage, et la maîtrise d'oeuvre”. **Actes des journées de Bordeaux sur la pratique de l'ergonomie**, mars 1997
- DANIELLOU, F. DAVEZIES, P. L'épuisement professionnel des médecins généralistes. Une étude compréhensive dans une région. **Actes du 42<sup>e</sup> Congrès de la SELF, Ergonomie et Santé au Travail**, Octarés Editions, pp. 45-48, 2006
- DAVEZIES, P. Ergonomie et sécurité questions de pratique. **Actes colloque ADEO, Dilemmes de la prévention**. 1993

- DEJOURS, C. **A loucura do Trabalho. Estudo de psicopatologia do trabalho.** Cortez. 5 ed. 2003
- DEKKER, S.W.A. “Follow the procedure or survive. Human factors and Aerospace Safety” **Ashgate Publishing.** v. 1 n.4, pp. 381-385, 2001,
- DEKKER, S.W.A. Failure to adapt or adaptations that fail: contrasting models on procedures and safety. **Applied Ergonomics.** v. 34 pp. 233–238, 2003
- DE LA SANTÉ, Organisation Mondiale. **Charte d’Ottawa pour la promotion de la santé.** Genève: OMS Bureau régional de l’Europe, 1986.
- DIX, A. Design for appropriation. In: **Proceedings of the 21st British HCI Group Annual Conference on People and Computers: HCI... but not as we know it- Volume 2.** British Computer Society, 2007. p. 27-30
- DUARTE, F.J.C.M. Complementaridade entre ergonomia e engenharia em projetos industriais. In: DUARTE, F.J.C.M. (org) **Ergonomia & Projeto na indústria de processo contínuo.** Rio de Janeiro: Lucerna, p. 11-21, 2002
- DUARTE, FJCM; LIMA, FAP. “Anticiper l’activité par les configurations d’usage : proposition méthodologique pour conduite de projet”. **Activités,** v. 9, n. 2, p. 22-47, 2012
- DUBOIS, M; BOBILLIER-CHAUMON, M. “L’acceptabilité des technologies: bilans et nouvelles perspectives”. **Le travail humain,** v. 72, n. 4, p. 305-310, 2010.
- DUEZ, J. B. “Les instruments de l’alpinisme”. **Techniques & Culture,** v. 52 n. 53, 330-351, 2009
- DUGUÉ, B; PETIT, J; DANIELLOU, F. “L’intervention ergonomique comme acte pédagogique”. **PISTES-Perspectives Interdisciplinaires Sur le Travail Et la Santé,** v. 12, n. 3, pp. 1-22, 2010
- DWYER, T. **O surgimento da engenharia de segurança: empregadores, trabalhadores e a lâmpada de Davy.** Multiciência: população, bem-estar e tecnologia, UNICAMP/ Campinas. v.6, 2006

- DWYER, T. **Vida e morte no trabalho: acidentes do trabalho e a produção social do erro**. 1 ed. Campinas, SP: Editora da UNICAMP; Rio de Janeiro, RJ: Multiação Editorial, 2006 pp. 407.
- FARIA, MP. **Fatores intervenientes na segurança do trabalho de abatimento mecanizado de rochas instáveis em uma mina subterrânea de ouro**. Dissertação de M.Sc. Universidade Federal de Minas Gerais UFMG, Belo Horizonte, pp. 66. 2008
- FAVERGE, J.M. “L’homme agent d’infirmité et de fiabilité du processus industriel”. **Ergonomics**. v. 13, n. 3, p. 301-327, 1970
- FERREIRA A, MOREIRA V, RICARDO H, *et. al.*. “Fibrose maciça progressiva em trabalhadores expostos à sílica - Achados na tomografia computadorizada de alta resolução”. **J Bras Pneumol**. v. 32, n. 6, pp. 523-528, 2006.
- FOLCHER V., RABARDEL P. Hommes-Artefacts- Activités : perspective instrumentale In Falzon, P. (Eds) **L ‘ergonomie**, PUF, 251-268, 2004
- FOLCHER V., SANDER E. Usages et appropriation : de l’analyse a priori à l’analyse de l’activité instrumentée, In RABARDEL, P, PASTRÉ. P (eds) **Modèles du sujet pour la conception, dialectiques activités développements**, 129-155, 2005
- FOLCHER, V. “Appropriating artifacts as instruments: when design-for-use meets design-in-use”, in **Interacting With Computers**, 15, 647-663, 2003
- FOLCHER, V. De la conception pour l’usage au développement de ressources pour l’activité In P. RABARDEL & P. PASTRE (eds) **Modèles du sujet pour la conception, dialectiques activités développements**, 189-210, 2005
- FONSECA, E. D. **Inovação e acidentes na construção civil: novas tecnologias construtivas e ruptura dos saberes de prudência**. Dissertação de M.Sc. DEP/UFMG, Belo Horizonte – MG. 2007.
- FONSECA, E. D. **Níveis de antecipação e o curso da experiência na construção civil: projetando situações de trabalho seguras**. Tese D.Sc. UFRJ, Engenharia de Produção. Rio de Janeiro, UFRJ/COPPE, 2012.

- FOUCAULT, M. **Microfísica do poder**. Rio de Janeiro: Edições Graal, 1979.
- FOUCAULT, M. **Os Anormais. Curso no Collège de France (1974-1975)**. São Paulo: Martins Fontes, 2002.
- FOUCAULT, M. **Vigiar e Punir: nascimento da prisão**. Petrópolis, Vozes, 1987
- GARRIGOU, A. **Le développement de l'ergotoxicologie: une contribution de l'ergonomie à la santé au travail**. Habilitation à Diriger des Recherches. Ecole doctorale: Sciences Sociales: société, santé, décision. Université Victor Segalen Bordeaux 2, 2011
- GARRIGOU, A., DANIELLOU, F., CARBALLEDA, G., RUAUD, S.. "Activity analysis in participatory design and analysis of participatory design activity". **International Journal of Industrial Ergonomics**, 15, pp. 311-327, 1995
- GARRIGOU, A., PEISSEL-COTTENAZ, G. Reflexive approach to the activity of preventionists and their training needs: results of a French study. **Safety Science**. v. 46, n. 8, pp. 1271-1288, 2008
- GESLIN, P. **L'apprentissage des mondes. Une anthropologie appliquée aux transferts de technologies**. Paris: Maison des sciences de l'Homme, 2001.
- GHOSH, A. K.; BHATTACHERJEE, A.; CHAU, N. Relationships of working conditions and individual characteristics to occupational Injuries: a case-control study in coal miners. **Journal of Occupational Health**, n.46, 2004, p. 470-478.
- GROSJEAN, J.C., NEBOIT, M. "Ergonomie et prévention en conception des situations de travail". **Cahiers de notes documentaires - Hygiène et sécurité du travail**. n. 179, pp. 30-48, 2000
- GUÉRIN, F.; LAVILLE, A.; DANIELLOU, F.; DURAFFOURG, J.; KERGUELEN A. **Comprender o Trabalho para Transformá-lo. A prática da Ergonomia**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda. p. 224, 2004.

- HARADJI, Y., POIZAT, G., MOTTÉ, F. Activity-centered design: An appropriation issue. In: **HCI International 2011–Posters’ Extended Abstracts**. Springer Berlin Heidelberg, 2011. p. 18-22.
- HATCHUEL A. Coopération et conception collective. Variété et crises des rapports de prescriptions. In : DE TERSSAC G., FRIEDBERG E. (éds) - **Coopération et conception**. Toulouse, Octarès, pp. 101-121, 1996.
- HEINRICH, H.W. **Industrial Accidents Prevention: a scientific approach**. 4 ed. New Yprk: Mc Graw-Hill; 1959
- HNIZDO, E., VALLYATHAN, V. “Chronic obstructive pulmonary disease due to occupational exposure to silica dust: a review of epidemiological and pathological evidence”. **Occupational and Environmental Medicine**, England, v. 60, n. 4, p. 237-243, 2003
- HOLLNAGEL, E. **Barriers and accident prevention**. Ashgate Publishing, Ltd., 2004.
- HOLLNAGEL, E. **Safer complex industrial environments: a human factors approach**. CRC Press, 2010.
- HOTTOIS, G. “Éthique de la responsabilité et éthique de la conviction” **Laval théologique et philosophique**, v. 52 n.2, pp. 489-498, 1996
- HUBAULT, F. Do que a ergonomia pode fazer análise? In: DANIELLOU, F.(org) **A ergonomia em busca de seus princípios: Debates epistemológicos**. Edgard Blucher. São Paulo, 2004.
- JENNINGS N S. **Vision General da la Minería. Minas e Canterias**. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Geneva; OIT, 1999
- KAPTELININ, V. “Learning with artefacts: integrating technologies into activities”. **Interacting with Computers**. v. 15, pp. 831–836, 2003
- KAUPPINEN T., TOIKKANEN J., PEDERSEN D. *et al.* “Occupational exposure to carcinogens in the European Union”. **OccUP Envir Med**. v. 57, pp. 10-18, 2000.

- LA GARZA, C., WEILL-FASSINA, A.. "Régulations horizontales et verticales du risque." **Le travail collectif. Perspectives actuelles en ergonomie.** 2000 p. 217-234.
- LACAZ, FAC. "O campo Saúde do Trabalhador: resgatando conhecimentos e práticas sobre as relações trabalho saúde". *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 23 n. 4, p. 757-766, 2007
- LACAZ, FAC. Política Nacional de Saúde do Trabalhador: desafios e dificuldades. In: LOURENÇO, E. et al. (Org.). **O avesso do trabalho II: trabalho, precarização e saúde do trabalhador.** São Paulo: Expressão Popular, p. 199-230, 2010.
- LACAZ, FAC. **Saúde do trabalhador: um estudo sobre as formações discursivas da Academia, dos Serviços e do Movimento Sindical.** Tese DSc. Saúde Coletiva. Faculdade de Ciências Médicas. Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 1996
- LAMONDE, F., RICHARD J., LANGLOIS, L., et al. La prise en compte des situations de travail dans les projets de conception. **Étude de la pratique des concepteurs et des opérations impliqués dans un projet conjoint entre un donneur d'ouvrage et une firme de génie conseils.** Montréal, Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, v. 53, 2009.
- LAVILLE, A. & VOLKOFF, S. "Age, santé, travail : le déclin et la construction". **Actes du XXVIIIème congrès de la SELF**, Genève, 22-24 septembre 1993.
- LENAY, C. "Énaction, Externalisme et Suppléance Perceptive". **Intellectica**, v. 43, pp. 1-26, 2006
- LENAY, C. "Separability and technical constitution". **Foundations of science**, v. 17, n. 4, p. 379-384, 2012.
- LENAY, C. Corps propre et outil. Appropriation individuelle et adoption sociale. **Communication à la Journée Ergo--IDF, Paris, CNAM**, v. 16, 2011.

- LENAY, C., STEWART, J., GAPENNE, O. “Espace d'action technique et geste perceptif”. **Le geste technique: réflexions méthodologiques et anthropologiques** v. 2, n. 14, p. 215-230, 2002.
- LENAY, C., THOUVENIN, I. GUÉNAND, A. *et al.* Designing the ground for pleasurable experience. **Proceedings of the 2007 conference on Designing pleasurable products and interfaces**. ACM, p. 35-58, 2007.
- LEPLAT, J. “About implementation of safety rules”. **Safety Science**. v.29, p. 189-204, 1998
- LEPLAT, J. **Mélanges ergonomiques: activité, compétence, erreur**. In: DANIELLOU, F; DE TERSSAC, G; SCHWARTZ, Y. (org). Toulouse: Octarés. 2011 (Collection Travail & Activité Humaine). 188p.
- LEVENSON, N. G. “A New Accident Model for Engineering Safer Systems” **Safety Science**, v. 42, n. 4, pp. 237-270, 2004
- LEVESON, N. G. **A new approach to System Safety Engineering**. 2002. Disponível em <http://mit.out.ac.tz/NR/rdonlyres/Aeronautics-and-Astronautics/16-358JSpring-2005/7A17C38C-F622-4244-ABF0-5BD2B768661C/0/book2.pdf>
- LIEBER, RR. “O princípio da precaução e a saúde no trabalho”. **Saúde Soc. São Paulo**, v.17, n.4, p.124-134, 2008
- LIMA, F. P. A. **Norma e atividade humana: modelos dinâmicos da prescrição e historicidade das situações de trabalho**. DIEESE/CESIT (Orgs.). Trabalho e abordagem pluridisciplinar: estudos Brasil, França e Argentina. São Paulo (DIEESE) e Campinas (CESIT): p. 51-68, 2005
- LIMA, F.P.A. Ações coordenadas em saúde do trabalhador: uma proposta de atuação supra-institucional. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**. São Paulo, n. 34, p. 119, 2009.
- LIMA, F.P.A., ASSUNÇÃO, A.A. Para uma nova abordagem de segurança do trabalho. In: LIMA, Francisco de Paula Antunes; ASSUNÇÃO, Ada Ávila. **Análise dos**

- Acidentes: Cia de Aços Especiais Itabira.** Belo Horizonte: Laboratório de Ergonomia: Universidade Federal de Minas Gerais, 2000. p.83-115
- LLORY, M. **Acidentes Industriais: o custo do silêncio.** Rio de Janeiro: Multimais; 1999.
- LOBÃO, E. Panorama e desafios do setor mineral brasileiro. Disponível em [http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/Artigos/Panorama\\_e\\_desafios\\_do\\_setor\\_mineral\\_brasileiro.pdf](http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/Artigos/Panorama_e_desafios_do_setor_mineral_brasileiro.pdf). Acessado em 24/01/2014.
- MATURANA, H., VARELA, F. **A árvore do conhecimento.** Campinas: Editorial Psy, 1995.
- MENDES, R e DIAS, E.C. “Da medicina do trabalho à Saúde do Trabalhador“. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 25, n. 5, pp. 341-349, 1991.
- MENDES, R. W. B. **Fragilidades e Inconsistências do Modelo Unicausal de Acidentes do Trabalho diante de Concepções Sistêmicas e Análise Ergonômico do Trabalho: o caso de uma caldeiraria.** Dissertação M.Sc. Departamento de Saúde Coletiva, Faculdade de Medicina de Botucatu/UNESP, Botucatu, 2006
- MENDES, RWB., PUEYO, V., LIMA FPA., et al. “La prévention comme innovation: petite histoire de l'humidification, du macro au micro en passant par le méso“. **In: 47<sup>a</sup> Congrès SELF 2012. Innovation & Travail : sens et valeurs du changement.** Co-présidé par Pascal BEGUIN, Marie-France DESSAIGNE et Valérie PUEYO, p. 65, 2012.
- MILLERAND, F. “La dimension cognitive de l'appropriation des artefacts communicationnels“. **Internet: nouvel espace citoyen.** Paris: L'Harmattan, p. 181-203, 2002.
- MINAYO-GOMES, C.M., LACAZ, F.A.C. “Saúde do Trabalhador: novas – velhas questões“. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 4, pp. 797-807, 2005.

- MINISTÉRIO DA SAÚDE, VIII Conferência Nacional de Saúde - relatório final. Brasília: Ministério da Saúde; 1986
- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Normas Reguladoras da Mineração. 2002. Disponível em: [http://www.dnpm-pe.gov.br/Legisla/Ind\\_Cro.php](http://www.dnpm-pe.gov.br/Legisla/Ind_Cro.php) . Acesso em 15 de jun. 2011
- MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, Norma Regulamentadora nº. 22. 1978 (Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração). Disponível em: <www.mte.gov.br>. Acesso em 15 jun. 2011.
- MONTMOLLIN, de, M. **L'intelligence de la tâche, éléments d'ergonomie cognitive**. Peter Lang: Berne, 1986
- MONTMOLLIN, M. **Vocabulaire de l'ergonomie**. Toulouse: Octarès, 1997
- MOULIN, M.G.B, MINAYO-GOMEZ, C. “Pedras sobre vidas: vítimas e viúvas na indústria de mármore em Itaoca (ES)”. **Ciencia e saúde coletiva**, Rio de Janeiro v. 13, n. 4 pp. 1361-1369, 2008.
- MOULIN, M.G.B, REIS, C.T., WENICHI, G.H. “Homens de pedra? Pesquisando o processo de trabalho e saúde na extração e no beneficiamento do mármore – relato de uma experiência”. **Cadernos de Psicologia Social do Trabalho**, São Paulo, v. 3, n.4, pp. 47-63, 2001
- MOULIN, M.G.B. “De heróis e de mártires: visões de mundo e acidente de trabalho no setor de rochas ornamentais”. **Cadernos de Psicologia Social do Trabalho**. São Paulo, v. 10, n. 1, pp. 37-53. 2007.
- MOULIN, M.G.B. **O lado não polido do mármore e do granito: a produção social dos acidentes de trabalho e suas conseqüências no setor de rochas ornamentais do sul do estado do Espírito Santo**. Tese de D.Sc. Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública, Rio de Janeiro, pp. 135, 2006
- NARDI, B. **Context and consciousness. Activity theory and Human Computer Interaction**. Cambridge: The MIT Press, 1996

- NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH. Health effects of occupational exposure to respirable crystalline silica. **NIOSH Hazards review**, Atlanta: CDC, 2002.
- NORROS L., NUUTINEN M. Learning from accidents: analysis of normal practices. *In*: Christine OWEN, Pascal BÈGUIN e Ger WAKCKERS. **Risky work environments: reappraising human work within fallible systems**. Ashgate, Farham/England, Burlington/USA, 2009
- NOSSA JÚNIOR, L. **Montanhas brancas: uma reportagem sobre os trabalhadores das pedreiras de mármore e granito do sul do Espírito Santo**. Monografia (CCJE/Comunicação Social) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 1998.
- OLIVEIRA, J. C. Segurança e Saúde no Trabalho: uma questão mal compreendida. **São Paulo em Perspectiva**. v.17, n.2, 2003. p. 3-12.
- OLIVEIRA, J. I. **O grito das pedras** – a romaria dos mártires do mármore. Cachoeiro do Itapemirim: [s.n.], 2005.
- OLOGEANU-TADDEI, R., STAIL, A. Comment analyser l'appropriation? Le défi de l'opérationnalisation empirique. *In*: **Proceedings of the 13ème conférence de l'AIM Association Information et Management pré-ICIS, Paris**. 2008.
- OLOGEANU-TADDEI, R., STAIL, A. L'épineuse question de l'appropriation: approches et méthodes d'études. **Communication présentée à l'école d'été : Le déploiement des Tics dans l'enseignement supérieur: évidences et tendances**. Université de Stendhal, Échirolles. 2008.
- OWEN, C. BÈGUIN, P. WACKERS, G (org). **Risky Work Enviroments**. Burlington. USA: Ashgate Publishing Company, 2009
- PERRIN, J. **Concevoir l'innovation industrielle**. Paris: CNRS, 2004
- PERROW, C. **Normal accident. Living with high risk Technologies**. New Jersey: Princeton University Press, 1999

- POIZAT, G., HARADJI, Y., SEIFERT, L. “Concevoir du matériel sportif à partir d'une approche centrée sur l'activité: une alternative en ergonomie du sport”. **Staps**, n. 4, p. 71-83, 2011.
- PUEYO, V., & VOLKOFF., S. “Risques industriels et risques industriels : activité de travail et santé dans les milieux dangereux”. **Conférence plénière**. Congrès Self "L'ergonomie à la croisée des risques", 2011
- QUINTANILLA, A. R. New Technologies and Human Error: Social and Organizational Factor. In: RASMUSSEN *et al.* New Technology and Human Error. John Wiley and Sons, New York. p. 125-128, 1988
- RABARDEL, P. **Les hommes & les technologies. Approche cognitive des instruments contemporains**. Armand Colin: Paris, 1995
- RABARDEL, P. BEGUIN, P. “Instrument mediated activity: from subject development to anthropocentric design”. **Theoretical Issues in Ergonomics Science**. v. 6, n. 5, pp. 429–461, 2005
- RABARDEL, P., BOURMAUD, G. “From computer to instrument system: a developmental perspective”. **Interacting with Computers**. v. 15, pp. 665-691, 2003
- RABARDEL, P., Instrument mediated activity In Situations, in: BLANDFORD, A., VANDERDONCKT, J. GRAY, P. (eds.) **People and Computers XV - Interactions Without Frontiers**, p 17-30, Springer-Verlag, 2001
- RABARDEL, P., WAERN, Y. “From artefact to instrument”. **Interacting with Computers**. v. 15, pp. 641-645, 2003
- REASON, J. **Human error**. Cambridge university press, 1990.
- RIBEIRO, F.S.N. (coord.) **O mapa da exposição à sílica no Brasil/ Coordenação Geral Fátima Sueli Neto Ribeiro**. - Rio de Janeiro: UERJ, Ministério da Saúde, 2010.

- ROGOFF, B. Observing sociocultural, activities on three planes: participatory appropriation, guided appropriation and apprenticeship. In: WERTSCH J. V., DEL RIO, P., ALVEREZ, A. (Eds.) **Sociocultural studies of the mind**. Cambridge: Cambridge, University Press, pp. 139--164, 1995.
- SANTOS, C., NORTE, M. FRADINHO F. *et al.*. “Silicose - Breve revisão e experiência de um serviço de pneumologia”. **Rev Port Pneumol**, Lisboa, v. 16, n. 1, jan. 2010 .
- SCHWARTZ, Y.(org). **Reconnaissances du travail, pour une approche ergologique**. Paris, PUF, p. 323, 1997
- SCHWARTZ, Y. **Le paradigme ergologique ou le métier de philosophe**. Toulouse : Octarés, 2001.
- SINDIMÁRMORE Sindicato dos Trabalhadores nas Indústrias de Mármore, Granito e Calcário do estado do Espírito Santo. **Afastamentos Ocupacionais 2009**. Vitória. Espírito Santo. 2009.
- SINDIROCHAS Sindicato das indústrias de rochas ornamentais, cal e calcário do estado do Espírito Santo. **Relatório de ações 2008**. Vitória. Espírito Santo. 2009.15p.
- SIX, F. **De la prescription à la préparation du travail**: apports de l’ergonomie à la prévention et à l’organisation du travail sur les chantiers du BTP. Habilitation à diriger des recherches. Université Charles-de-Gaulle Lille 3, Lille, 1999.
- SOUZA, D.M.M, FREITAS, D.F., MOREIRA, E.A. “Percepção dos moradores do município de São Thomé das Letras-MG, sobre os efeitos da exposição à sílica”. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, v.10, n.1, pp. 352-362, jan./jul. 2013.
- SOUZA, V., QUELHAS, O.L.G. “Avaliação e controle da exposição ocupacional à poeira na indústria da construção”. **Ciênc. saúde coletiva**, Rio de Janeiro , v. 8, n. 3, Jan. 2003.

- TERRADE, F., PASQUIER, H., BOULANGER, J. *et. al.*, “L’Acceptabilité sociale : la prise en compte des déterminants sociaux dans l’analyse de l’acceptabilité de systèmes technologiques”. **Travail Human.** v. 72, n. 4. pp. 383-396, 2009.
- TERSSAC, G., & LOMPRES, N. Pratiques organisationnelles dans les ensembles productifs : Essai d'interprétation. In J.C. Sperandio (Ed.), **L'ergonomie face aux changements technologiques et organisationnels du travail humain.** Toulouse: Éditions Octarès. pp. 51-70, 1996
- THEUREAU, J. e PINSKY, L. “Paradoxe de l'ergonomie de conception et logiciel informatique”. **Revue des conditions de travail**, v. 9, pp25-31, 1984.
- THEUREAU J. “Les entretiens d'autoconfrontation et de remise en situation par les traces matérielles et le programme de recherche ‘cours d'action’ ”, **Revue d'anthropologie des connaissances**, v 4, n 2, p. 287-322, 2010
- THEUREAU, J. “Appropriation, Incorporation et in-culturation”. **Communication à la Journée Ergo--IDF, Paris, CNAM**, v. 16, 2011.
- THEUREAU, J. “L’hypothèse de la cognition (ou action) située et la tradition d’analyse du travail de l’ergonomie de langue française”, @**ctivités**, v.1, n.2, pp. 11-25, 2004
- THIBAUT, J.F, MERLIN, X., GARRIGOU, A. “De la production à l’usage de la mesure, quelle appropriation par deux entreprises industrielles? Pour quelle prévention des TMS? ” **Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé**, n. 15-2, 2013.
- VASCONCELOS, M.J.E. **Pensamento sistêmico: o novo paradigma da ciência.** Campinas/SP: Papyrus, 2002
- VAUGHAN D. “The trickle-down effect: Policy decisions, risky work, and the Challenger Tragedy”. **California Management Review.** v. 39 n.2, pp. 80-102, 1997
- VAUGHAN, D. **The Challenger Launch Decision.** Chicago, Chicago UP. 1996

- VILELA, R. A. G; MENDES, R.W.B; GONÇALVES, C.A.H. “Acidente do trabalho investigado pelo CEREST Piracicaba: confrontando a abordagem tradicional da segurança do trabalho”. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v. 32, n. 115, p.29-40, 2007
- VILELA, R.A.G, ALMEIDA, I.M., GARCIA, E.G, *et al.* “A atuação do Estado e a saúde do trabalhador”. **Rev. bras. Saúde ocup.** v. 38, n. 128, pp. 177-178, 2013
- VILELA, R.A.G., RICARDI, G.V.F., IGUTI, A.M. “Experiência do Programa de Saúde do Trabalhador de Piracicaba: desafios da vigilância em acidentes do trabalho”. **Inf. Epidemiol. Sus.**, jun. 2001, vol.10, no.2, p.81-92.
- VILELA, R.A.G; ALMEIDA, I.M.; MENDES, R.W.B. “Da vigilância para prevenção de acidentes de trabalho: contribuição da ergonomia da atividade”. **Ciênc. saúde coletiva**, Rio de Janeiro , v. 17, n. 10, pp. 2817-2830, 2012.
- WEILL-FASSINA, A. Dynamique des représentations et gestion des actions. In A. WEILL-FASSINA, P. RABARDEL & D. DUBOIS. **Représentations pour l’action**. Toulouse : Octarès Editions, pp. 237-246, 1993
- WERTSCH, J.V. **Mind as action**. New-York : Oxford University Press, 1998
- WINTERS, N. e MOR, Y. IDR: “A participatory methodology for interdisciplinary design in technology enhanced learning”. **Computers and Education**. v. 50 pp. 579-600, 2008
- WISNER, A. A inteligência no trabalho. Textos selecionados em ergonomia. São Paulo: Fundacentro. p. 191, 1994
- WISNER, A. O trabalhador diante dos sistemas complexos e perigosos. In: WISNER, A. **A Inteligência no Trabalho: Textos Selecionados de Ergonomia**, Fundacentro/São Paulo, p. 53-70, 1994
- WISNER, A. **Por dentro do trabalho: ergonomia, método e técnica**. São Paulo: FTD-Oboré, 1987
- WISNER, A. **Quand voyagent les usines**. Paris : Syros Editions, 1985

ZANELLA, A.V., LESSA, C.T., DA ROS, S.Z. “Contextos Grupais e Sujeitos em Relação: Contribuições às Reflexões sobre Grupos Sociais”. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 15, n. 1, pp. 211-218, 2002

ZOUINAR, M, HARADJI, Y., SALEMBIER, P. *et al.* Appropriation et Ergonomie. In: **Conférence Ergo EDF**. CNAM-Paris, 2011

## Apêndices

### APÊNDICE 1

#### Quadros de caracterização de problemas e soluções durante o processo de umidificação nas empresas estudadas

Quadro 1: Extragran

Ano	Problemas	Solução	Dificuldades surgidas	Quem enfrenta as dificuldades	Recursos mobilizados na identificação ou implantação de uma solução
2002	Poeira de sílica Exigência da fiscalização pela implantação de umidificação			Gestores e SESMT	Pesquisa na Alemanha e Itália de recursos em termos de ferramentas
2005	Poeira de sílica Exigência	Desenvolvimento de sistema de sucção: <b>Coifa</b>	Impede a visualização do prumo da perfuração; a água escorre dentro dos furos; as hastes ficam presas dentro dos furos; perda de material e de tempo	Trabalhadores	Fazer um canal para desviar a água que escorre; fazer sem a coifa se não houver fiscalização (interior ou exterior à empresa); jogar ar comprimido dentro dos furos para expulsar a lama antes que ela endureça.
			Esse sistema foi recusado pela fiscalização	Empresa	Retirou-se a coifa. Buscou-se soluções junto aos fabricantes de perfuratriz e martelo pneumático
2007	Obrigação da introdução da umidificação	Adaptação do martelo pneumático com a	Projeção de água no corpo dos trabalhadores e no meio	Trabalhadores	Compartilhamento de conhecimento entre os trabalhadores; Jogar ar

		inserção de duas agulhas dentro da ferramenta, uma com ar comprimido e outra com água	Endurecimento da lama dentro dos furos; As hastes ficavam presas dentro dos furos; Perda de material e de tempo		comprimido dentro dos furos para expulsar a lama de dentro e evitar que ela endureça e fixe a haste;
2008	Perda de material e de tempo	Inserção de uma única agulha com água sob pressão	Como dar pressão na água?	Trabalhadores e gestores	Compartilhar conhecimento entre profissionais do SESMT e trabalhadores mais experientes; instalação de caixa d'água o mais alto possível e em torno de 90° de angulação, ou instalação de uma ou mais bombas que dê ao menos 7kg/f de pressão

## Quadro 2: Extramed

Ano	Problemas	Solução	Dificuldades surgidas	Quem enfrenta as dificuldades	Recursos mobilizados na identificação ou implantação de uma solução
2005	Poeira de sílica	Coifa	Impede a visualização do prumo da perfuração; a água escorre dentro dos furos; as hastes ficam presas dentro dos furos; perda de material e de tempo	Trabalhadores	Fazer um canal para desviar a água que escorre; fazer sem a coifa se não houver fiscalização (interior ou exterior à empresa); jogar ar comprimido dentro dos furos para expulsar a lama antes que ela endureça.
			Esse sistema foi recusado pela fiscalização	Empresa	Retirou-se a coifa

2008	Obrigação da introdução da umidificação	Adaptação do martelete-pneumático com a inserção de duas agulhas dentro da ferramenta, uma com ar comprimido e outra com água	Projeção de água no corpo dos trabalhadores e no meio	Trabalhadores	
			Endurecimento da lama dentro dos furos; As hastes ficavam presas dentro dos furos; Perda de material e de tempo		Compartilhamento de conhecimento entre os trabalhadores; Jogar ar comprimido dentro dos furos para expulsar a lama de dentro e evitar que ela endureça e fixe a haste; Ou retirar a haste sem desligar totalmente o martelete.
2010	Perda de material de tempo	Inserção de uma única agulha com água sob pressão	Como dar pressão na água?	Trabalhadores e dirigentes	Compartilhar conhecimento entre as empresas; instalação de caixa d'água o mais alto possível e em torno de 90° de angulação, ou instalação de uma ou mais bombas que dê ao menos 7kg/f de pressão

### Quadro 3: Extrapeq

Ano	Problemas	Solução	Dificuldades surgidas	Quem enfrenta as dificuldades	Recursos mobilizados na identificação ou implantação de uma solução
2005	Poeira de sílica	Coifa	Esse sistema foi recusado pela fiscalização	Empresa	Eles retiraram a coifa sem nem mesmo utilizá-la

2009	A fiscalização exige a umidificação	Adaptação do martelete-pneumático com a inserção de duas agulhas dentro da ferramenta, uma com ar comprimido e outra com água	Projeção de água no corpo dos trabalhadores e no meio	Trabalhadores	Inserção de um pedaço de borracha na saída de água para evitar sua projeção sobre os trabalhadores que estão próximos; Alguns trabalhadores escolheram colocar os pés ao invés de borracha na saída de água
			Endurecimento da lama dentro dos furos; As hastes ficavam presas dentro dos furos; Perda de material e de tempo		Compartilhamento de conhecimento entre os trabalhadores; Jogar ar comprimido dentro dos furos para expulsar a lama de dentro e evitar que ela endureça e fixe a haste; Ou retirar a haste sem desligar totalmente o martelete.
	Dificuldade para obter água	Alugar um caminhão pipa	Aumenta o custo da produção	Empresa	

**Quadro 4: Benegran**

Ano	Problemas	Solução	Dificuldades surgidas	Quem enfrenta as dificuldades	Recursos mobilizados na identificação ou implantação de uma solução
2007	Poeira de sílica/ Norma Regulamentadora	Umidificação	Como fazer?	Empresa	Adaptação de mangueira de água junto à ferramenta
2007-	Projeção de	EPI –	O avental era	Trabalhadores	Trabalhadores

2008	água no corpo dos trabalhadores	avental de plástico	muito fino e colava na peça de granito molhada atrapalhando o movimento dos trabalhadores	res	tentam modificar modo operatório. Empresa compra EPI mais espesso e pesado
	Choque elétrico no corpo dos trabalhadores	Colocação pelos próprios trabalhadores de proteção de borracha na ferramenta	A ferramenta esquentada e pode se queimar. A fiscalização não permite essa adaptação	SESMT	Compra de ferramenta que vem a proteção de fábrica
		Mesmo as ferramentas com adaptação de fábrica que possuem proteção contra choque elétrico ainda provocam choques		Trabalhadores e SESMT	Mudança no posicionamento corporal conforme direção do vento produzido pela ferramenta. Compra de ferramenta pneumática
	Dificuldade para avaliar a qualidade do trabalho	Secar a peça de granito várias vezes	O tempo de produção aumenta	Trabalhadores e empresa	A empresa comprou um secador. Necessidade de refazer o trabalho várias vezes.
		Passar parafina ou cera para conseguir o brilho desejado	Após dois ou três dias ao sol, a parafina ou a cera evaporam e a peça perde o brilho	Empresa	Abandonam esta solução
	2008-2009	Perda ou aumento da manutenção de ferramentas elétricas	Pedir ao fabricante a manutenção da garantia	Atrasos na entrega	Empresa/gerente
Abrasivo		Troca de	Atrasos na	Empresa	Compra de

	menos resistente quando na presença de água	abrasivo em papel por cerâmica	entrega/ aumento no custo de produção		abrasivos em cerâmica
2009	O sistema elétrico traz dificuldades	Trocar o sistema elétrico pelo pneumático	Comprar compressor de ar; comprar ferramentas pneumáticas; instalação de sistema de ar comprimido	Empresa	Recursos financeiros para a mudança no sistema
	A velocidade de produção diminui	Recuperar a produção		Trabalhadores	Tentativa de aumentar a rotação da ferramenta, mas ela para; tentativa de aumentar a pressão sobre a peça, mas a ferramenta para de rodar
		Recuperar a produção		Empresa	Aumento de horas extras; aumento de efetivo; mudança no plano de produção

### Quadro 5: Benemed

Ano	Problemas	Solução	Dificuldades surgidas	Quem enfrenta as dificuldades	Recursos mobilizados na identificação ou implantação de uma solução
2007	Poeira de sílica/ Norma Regulamentadora	Umidificação	Como fazer?	Empresa	Adaptação de uma mangueira de água junto à ferramenta de corte e lixa elétricas
2007-2008	Choque elétrico no corpo dos trabalhadores	Adaptação da ferramenta com proteção de borracha feita pelos próprios trabalhadores	A ferramenta esquenta em demasia e provoca a queima do motor. A fiscalização não aceitou esta adaptação	Empresa e trabalhadores	Compra de novas ferramentas que já possuíam a proteção de borracha posta pelo fabricante

		Mesmo as ferramentas com adaptação de fábrica que possuem proteção contra choque elétrico ainda provocam choques		Trabalhadores e técnico de segurança	Mudança no posicionamento corporal conforme direção do vento produzido pela ferramenta
2009	Dificuldade para avaliar a qualidade do trabalho		Sem a poeira, os trabalhadores perderam o parâmetro para avaliar a qualidade do corte e da lixa	Trabalhadores	Passam a utilizar as mãos (sentido táctil) para avaliar a qualidade do corte ou da lixa
		Secar a peça de granito várias vezes	O tempo de produção aumenta	Trabalhadores e empresa	A empresa comprou um secador. Necessidade de refazer o trabalho várias vezes.
	Abrasivo menos resistente quando na presença de água	Troca de abrasivo em papel por cerâmica	Atrasos na entrega/ aumento no custo de produção	Empresa	Compra de abrasivos em cerâmica
	Perda ou aumento da manutenção de ferramentas elétricas	Pedir ao fabricante a manutenção da garantia	Atrasos na entrega	Empresa/ gerente	Compra de ferramenta pneumática.
2009-2010	A maneira de trabalhar com a ferramenta pneumática diferencia bastante da elétrica	Desenvolver novas competências e saber-fazer	Atrasos na entrega	Trabalhadores e empresa	Do lado dos trabalhadores é encontrar novos gestos; do lado da empresa é adaptar os objetivos de produção
	Impossibilidade de fazer corte em curva	Fazer com a ferramenta elétrica	Com água pode provocar choque elétrico	Trabalhadores	Eles fazem sem água se não houver vigilância ou carregam uma garrafa com água e pedem ao colega

					para jogar sobre a peça durante a corte
--	--	--	--	--	---

### Quadro 6: Benepeq

Ano	Problemas	Solução	Dificuldades surgidas	Quem enfrenta as dificuldades	Recursos mobilizados na identificação ou implantação de uma solução
2007	Poeira de sílica/ Norma Regulamentada	Umidificação	Como fazer?	Empresa	Solicita orientação à Fundacentro
2007-2008		Compra de ferramenta com adaptação de mangueira de água	Investimento financeiro	Empresa	Adaptação do sistema de energia
	Choque elétrico no corpo dos trabalhadores	Mesmo as ferramentas com adaptação de fábrica que possuem proteção contra choque elétrico ainda provocam choques		Trabalhadores	Mudança no posicionamento corporal conforme direção do vento produzido pela ferramenta
	Dificuldade para visualizar a traçagem por causa da lama	Jogar água para lavar a lama	Com a água o traçado pode ser apagado	Trabalhadores	Mudaram o traçado em giz por um estilete, mas ao longo do tempo memorizavam o traçado sem precisar consultá-lo
	Projeção de jato d'água nos olhos	EPI – óculos de proteção	Dificuldades de visualização por causa do EPI	Trabalhadores	Constantes paradas durante a atividade para limpar o EPI
2009	Perda ou aumento da manutenção de	Pedir ao fabricante	Atrasos na entrega	Empresa/gerente	Solicitar troca de ferramenta ao fabricante quando

	ferramentas elétricas	manutenção da garantia			está dentro da garantia ou compra de ferramenta nova
	Abrasivo menos resistente quando na presença de água	Troca de abrasivo em papel por cerâmica	Atrasos na entrega/ aumento no custo de produção	Empresa	Compra de abrasivos em cerâmica
	Captação de água	Reciclagem da água	Investimento financeiro	Gerentes	Com a orientação da Fundacentro, a empresa construiu o sistema de reciclagem de água da chuva. Os trabalhadores da empresa fizeram as obras de construção civil

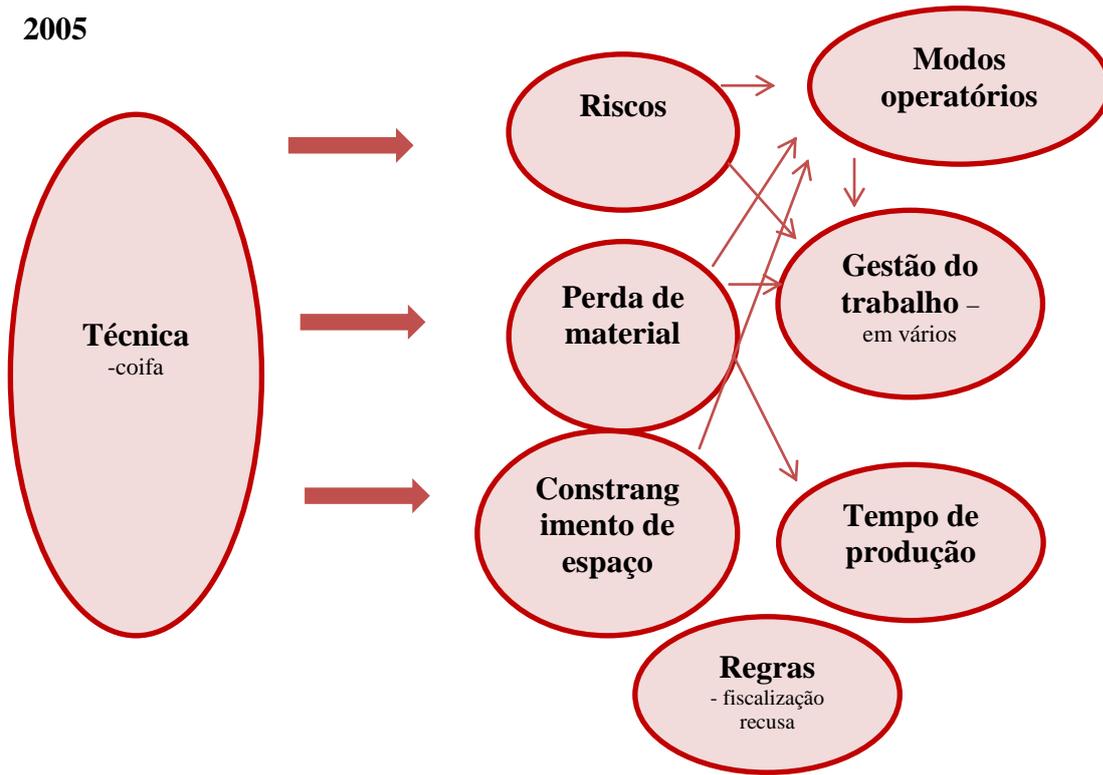
## APÊNDICE 2

### Representação gráfica das principais mudanças por empresa

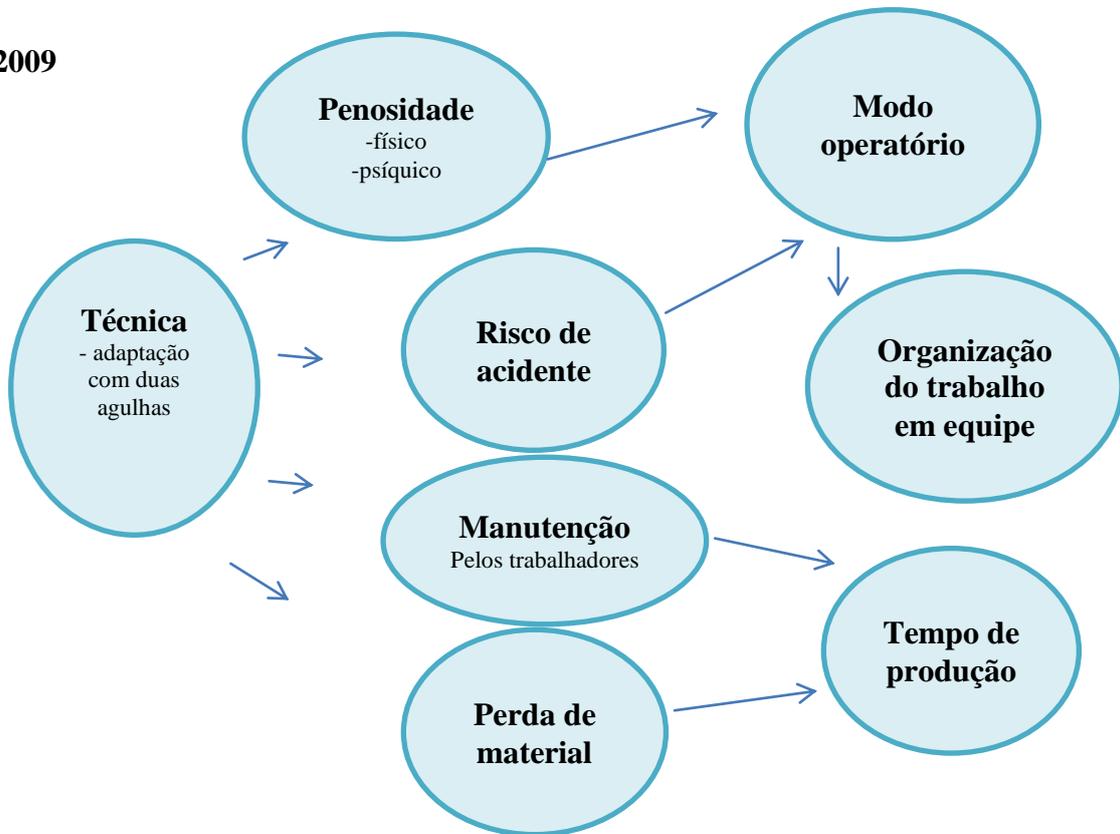
#### Extração

#### Extramed

2005



2009

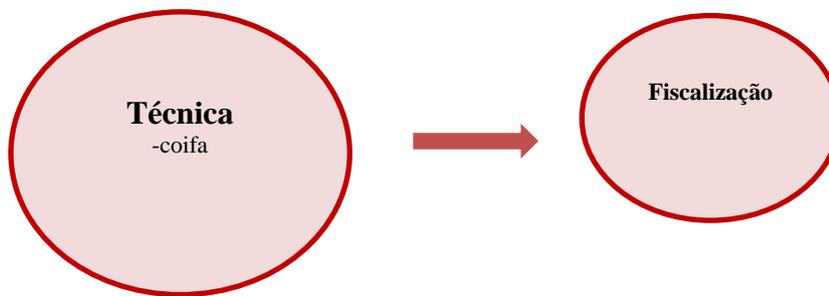


2009

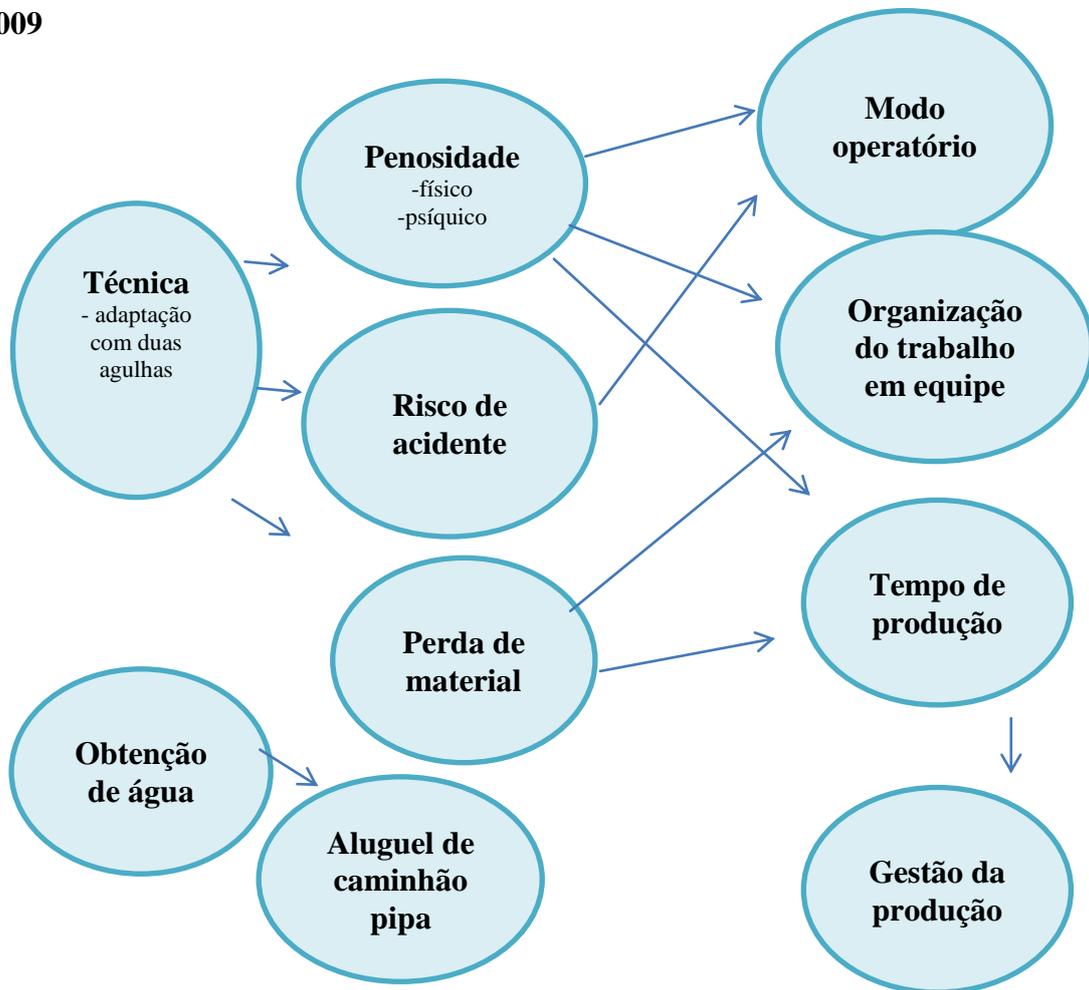


Extrapeq

2005



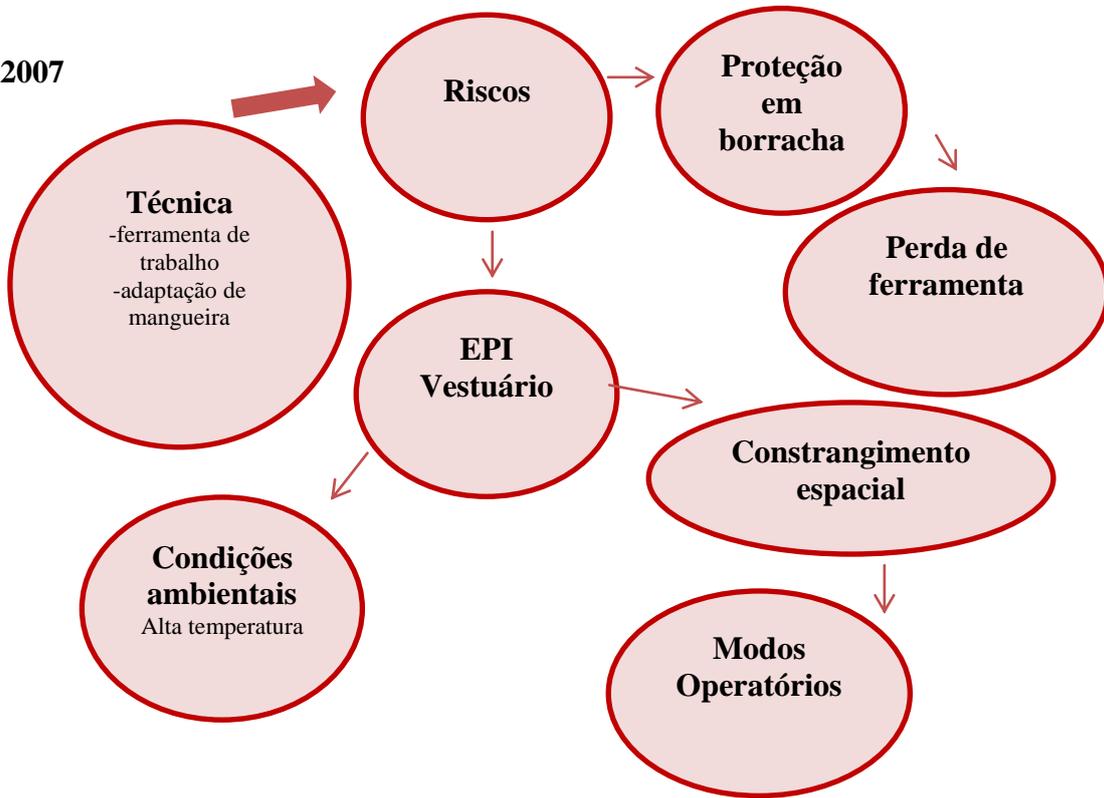
2009



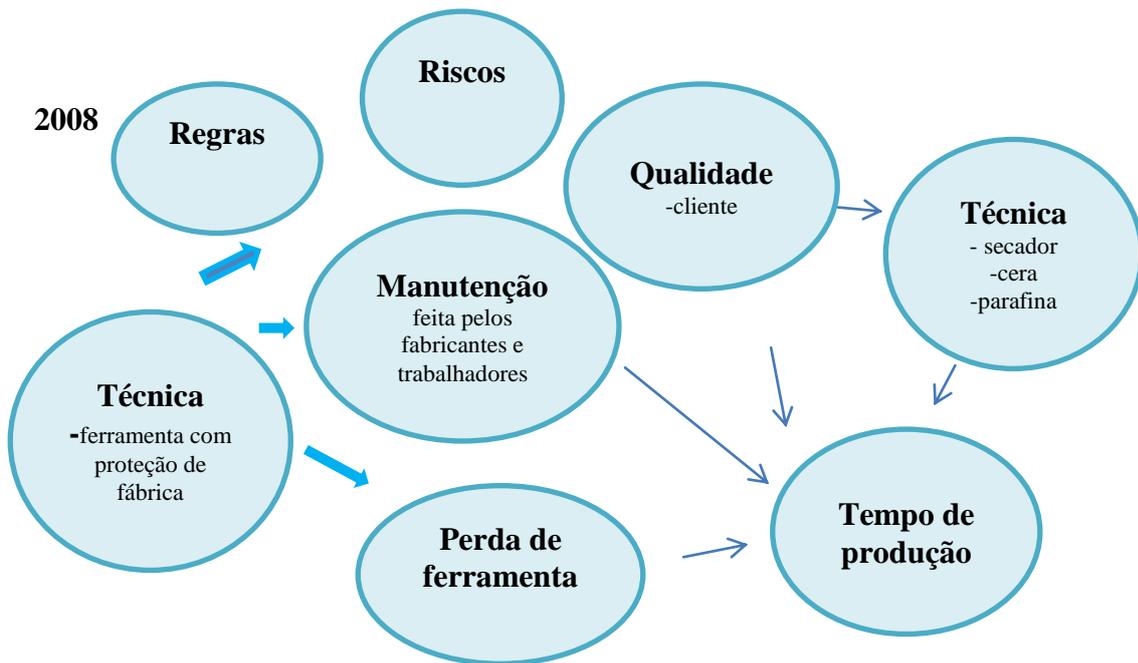
**Beneficiamento**

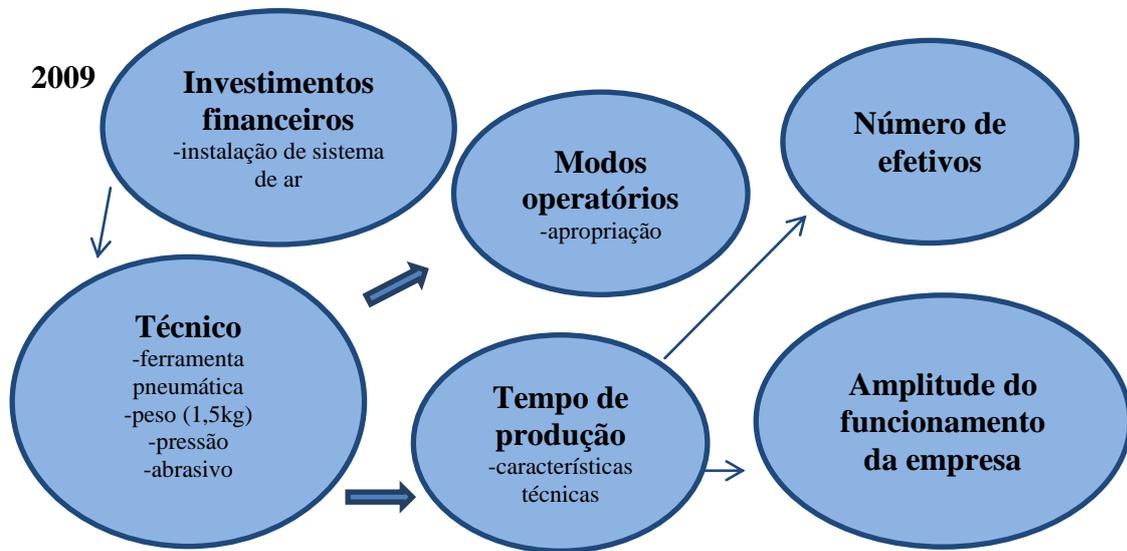
**Benegran**

2007



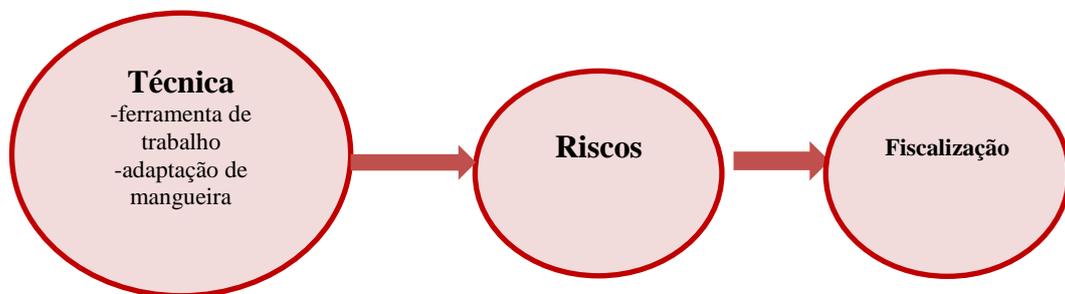
2008



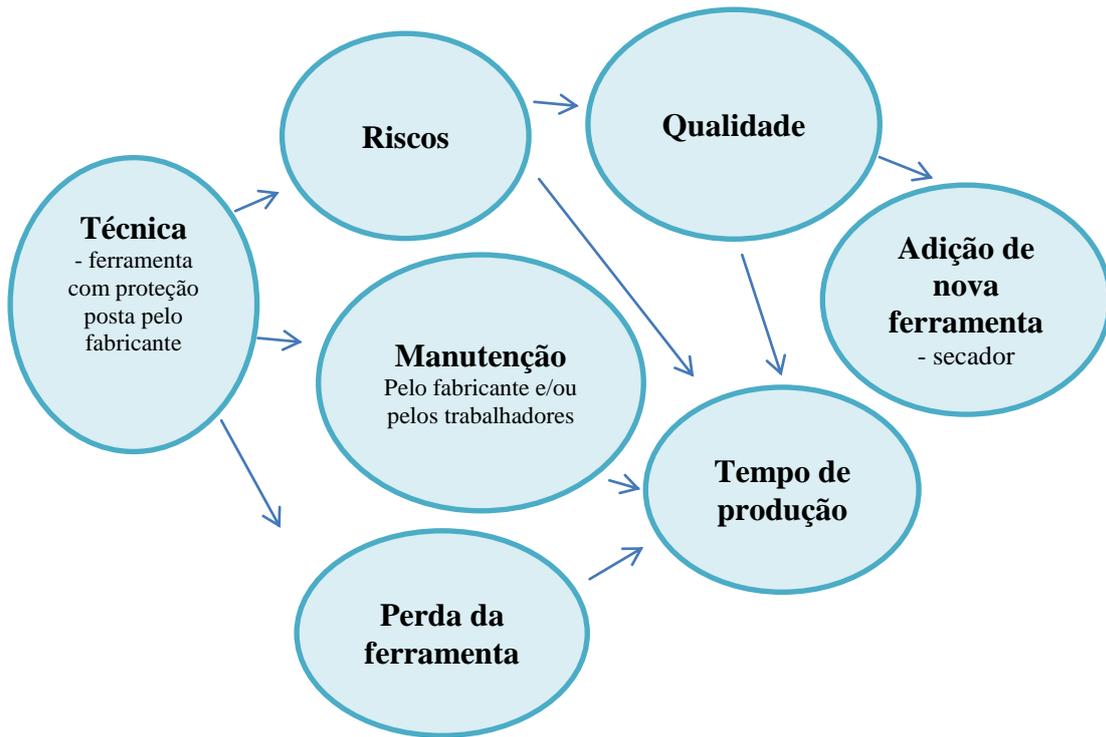


**Benemed**

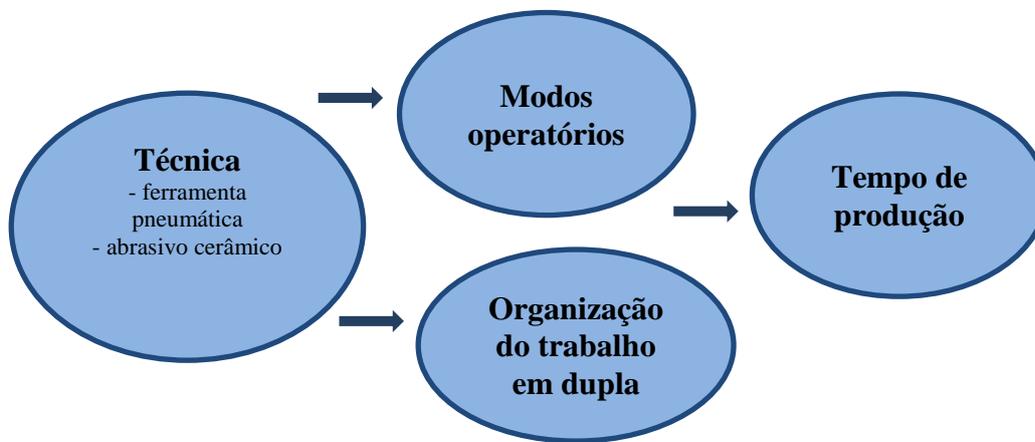
**2007**



2008

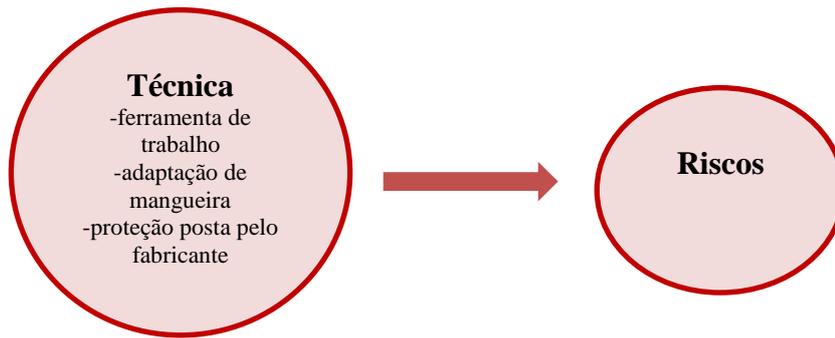


2009

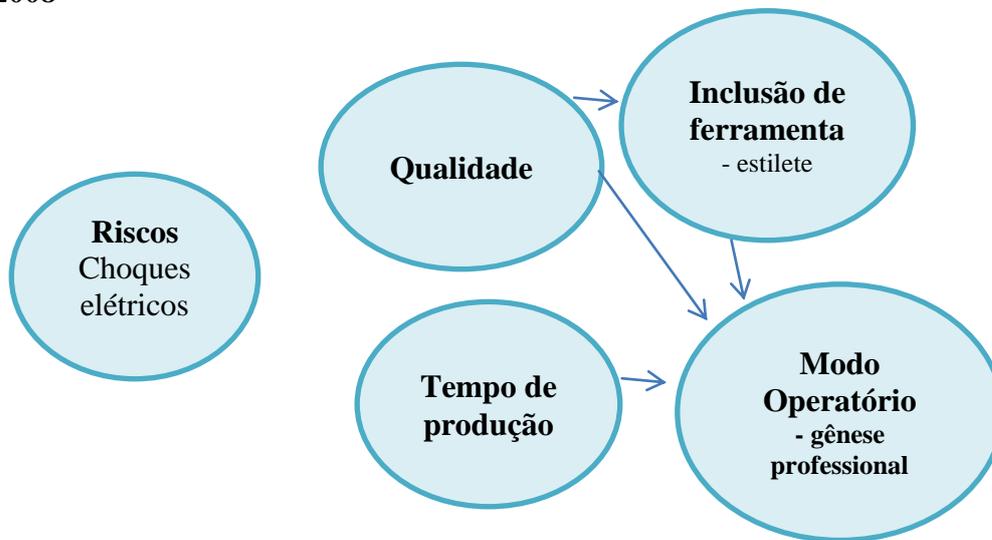


Benepeq

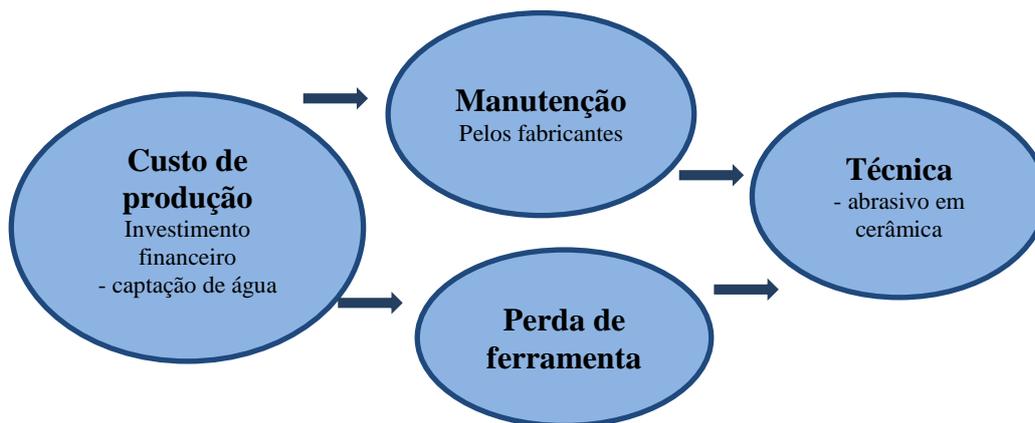
2007



2008



2009



### APÊNDICE 3

## **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para Participação em Pesquisa Científica**

Pesquisa: “Processo de extração de granito e acidentes de trabalho: análise dos efeitos de inovações técnicas e das normas de segurança”

O objetivo desta pesquisa é explorar as questões de inovação e avanço tecnológico, as dificuldades do setor para se adequarem às normas regulamentadoras vigentes e analisar alguns casos de acidentes a fim de aprofundar a compreensão sobre a causalidade destes eventos.

Solicito seu consentimento para participar desta pesquisa, por meio de entrevista gravada em gravador de voz, abordando questões sobre sua atividade de trabalho e acidentes de trabalho ocorridos na sua empresa. Após a transcrição das suas falas a gravação será deletada. As informações fornecidas serão tratadas em segredo, preservando a privacidade e o anonimato do participante desta pesquisa. Você terá assegurada sua liberdade de não participar desta pesquisa, bem como desistir da mesma em qualquer momento, sem nenhum prejuízo a sua pessoa. Esta pesquisa não lhe prejudicará profissionalmente em momento algum. Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso ao profissional responsável pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. Os riscos e desconfortos em consequência de sua participação no estudo eventualmente serão mínimos. Contudo, os benefícios esperados propiciarão melhor conhecimento em relação ao tema, possibilitando propostas de melhorias.

Os resultados dessa pesquisa deverão ser divulgados aos participantes e também em publicações científicas.

A autora fará duas vias deste consentimento, devendo uma ser assinada pelo entrevistado, após devidamente esclarecido, a qual será guardada pela pesquisadora e uma cópia ficará em poder do entrevistado.

Tendo sido satisfatoriamente informado sobre a pesquisa: “Processo de extração de granito e acidentes de trabalho: análise dos efeitos de inovações técnicas e das

normas de segurança”, sob a responsabilidade da pesquisadora Renata Wey Berti Mendes orientada pelo Professor Dr. Francisco Duarte do Curso de Pós Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio de Janeiro, declaro que concordo em participar da mesma, respondendo as perguntas que me forem feitas.

Estou ciente de que as informações serão utilizadas exclusivamente pelos pesquisadores, que estarão disponíveis para responder a quaisquer perguntas e que poderei retirar esse consentimento a qualquer tempo. Esclarecimentos adicionais poderão ser obtidos com a pesquisadora responsável Renata Wey Berti Mendes.

Cidade \_\_\_\_\_, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_\_\_.

---

Entrevistado (a)

---

**Renata Wey Berti Mendes**

Autora: Renata Wey Berti Mendes: Universidade Federal do Rio de Janeiro. Programa de Engenharia de Produção Fone: (21) 7633-4826. E-mail: [renatawbm@pep.ufrj.br](mailto:renatawbm@pep.ufrj.br)

Orientador: Prof. Dr. Francisco Duarte. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Programa de Engenharia de Produção Fone: (21) 2562-7061 Email: [duarte@pep.ufrj.br](mailto:duarte@pep.ufrj.br)

Caso você tenha dificuldade em entrar em contato com o pesquisador responsável, comunique o fato à Comissão de Ética em Pesquisa do Instituto de Estudos em Saúde Coletiva pelo telefone 21 2598 93 28 ou pelo e-mail: [cep@iesc.ufrj.br](mailto:cep@iesc.ufrj.br) ou [cep.iesc@gmail.com](mailto:cep.iesc@gmail.com)

## APÊNDICE 4

### **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para Participação em Pesquisa Científica**

Pesquisa: “Processo de extração de granito e acidentes de trabalho: análise dos efeitos de inovações técnicas e das normas de segurança”

O objetivo desta pesquisa é explorar as questões de inovação e avanço tecnológico, as dificuldades do setor para se adequarem às normas regulamentadoras vigentes e analisar alguns casos de acidentes a fim de aprofundar a compreensão sobre a causalidade destes eventos.

Solicito seu consentimento para participar desta pesquisa, por meio de grupos focais, que será gravado em gravador de voz. Durante os encontros de grupos focais serão abordadas questões sobre sua atividade de trabalho, dificuldades enfrentadas, dificuldades superadas e questões sobre a condição de saúde e segurança do trabalho. Após a transcrição dos encontros, a gravação será deletada. As informações fornecidas serão tratadas em segredo, preservando a privacidade e o anonimato dos participantes do grupo focal. Você terá assegurada sua liberdade de não participar desta pesquisa, bem como desistir da mesma em qualquer momento, sem nenhum prejuízo a sua pessoa. Esta pesquisa não lhe prejudicará profissionalmente em momento algum. Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso ao profissional responsável pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. Os riscos e desconfortos em consequência de sua participação no estudo eventualmente serão mínimos. Contudo, os benefícios esperados propiciarão melhor conhecimento em relação ao tema, possibilitando propostas de melhorias.

Os resultados dessa pesquisa deverão ser divulgados aos participantes e também em publicações científicas.

A autora fará duas vias deste consentimento, devendo uma ser assinada pelo entrevistado, após devidamente esclarecido, a qual será guardada pela pesquisadora e uma cópia ficará em poder do entrevistado.

Tendo sido satisfatoriamente informado sobre a pesquisa: “Processo de extração de granito e acidentes de trabalho: análise dos efeitos de inovações técnicas e das normas de segurança”, sob a responsabilidade da pesquisadora Renata Wey Berti Mendes orientada pelo Professor Dr. Francisco Duarte do Curso de Pós Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio de Janeiro, declaro que concordo em participar da mesma, respondendo as perguntas que me forem feitas.

Estou ciente de que as informações serão utilizadas exclusivamente pelos pesquisadores, que estarão disponíveis para responder a quaisquer perguntas e que poderei retirar esse consentimento a qualquer tempo. Esclarecimentos adicionais poderão ser obtidos com a pesquisadora responsável Renata Wey Berti Mendes.

Cidade \_\_\_\_\_, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_\_\_.

---

Entrevistado (a)

---

**Renata Wey Berti Mendes**

Autora: Renata Wey Berti Mendes: Universidade Federal do Rio de Janeiro. Programa de Engenharia de Produção Fone: (21) 7633-4826. E-mail: [renatawbm@pep.ufrj.br](mailto:renatawbm@pep.ufrj.br)

Orientador: Prof. Dr. Francisco Duarte. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Programa de Engenharia de Produção Fone: (21) 2562-7061 Email: [duarte@pep.ufrj.br](mailto:duarte@pep.ufrj.br)

Caso você tenha dificuldade em entrar em contato com o pesquisador responsável, comunique o fato à Comissão de Ética em Pesquisa do Instituto de Estudos em Saúde

Coletiva pelo telefone 21 2598 93 28 ou pelo e-mail: [cep@iesc.ufrj.br](mailto:cep@iesc.ufrj.br) ou [cep.iesc@gmail.com](mailto:cep.iesc@gmail.com)

## APÊNDICE 5

### **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para Participação em Pesquisa Científica**

Pesquisa: “Processo de extração de granito e acidentes de trabalho: análise dos efeitos de inovações técnicas e das normas de segurança”

O objetivo desta pesquisa é explorar as questões de inovação e avanço tecnológico, as dificuldades do setor para se adequarem às normas regulamentadoras vigentes e analisar alguns casos de acidentes a fim de aprofundar a compreensão sobre a causalidade destes eventos.

Solicito seu consentimento para participar desta pesquisa, em permitindo ser observado durante sua atividade de trabalho e posteriormente concedendo entrevista para esclarecimento sobre o que foi observado, afim de garantir à pesquisadora melhor compreensão sobre a situação observada. As entrevistas serão gravadas em gravador de voz e, após serem transcritas, serão apagadas. As informações fornecidas serão tratadas em segredo, preservando a privacidade e o anonimato do participante. Você terá assegurada sua liberdade de não participar desta pesquisa, bem como desistir da mesma em qualquer momento, sem nenhum prejuízo a sua pessoa. Esta pesquisa não lhe prejudicará profissionalmente em momento algum. Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso ao profissional responsável pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. Os riscos e desconfortos em consequência de sua participação no estudo eventualmente serão mínimos. Contudo, os benefícios esperados propiciarão melhor conhecimento em relação ao tema, possibilitando propostas de melhorias.

Os resultados dessa pesquisa deverão ser divulgados aos participantes e também em publicações científicas.

A autora fará duas vias deste consentimento, devendo uma ser assinada pelo entrevistado, após devidamente esclarecido, a qual será guardada pela pesquisadora e uma cópia ficará em poder do entrevistado.

Tendo sido satisfatoriamente informado sobre a pesquisa: “Processo de extração de granito e acidentes de trabalho: análise dos efeitos de inovações técnicas e das normas de segurança”, sob a responsabilidade da pesquisadora Renata Wey Berti Mendes orientada pelo Professor Dr. Francisco Duarte do Curso de Pós Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio de Janeiro, declaro que concordo em participar da mesma, respondendo as perguntas que me forem feitas.

Estou ciente de que as informações serão utilizadas exclusivamente pelos pesquisadores, que estarão disponíveis para responder a quaisquer perguntas e que poderei retirar esse consentimento a qualquer tempo. Esclarecimentos adicionais poderão ser obtidos com a pesquisadora responsável Renata Wey Berti Mendes.

Cidade \_\_\_\_\_, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_\_\_.

---

Entrevistado (a)

---

**Renata Wey Berti Mendes**

Autora: Renata Wey Berti Mendes: Universidade Federal do Rio de Janeiro. Programa de Engenharia de Produção Fone: (21) 7633-4826. E-mail: [renatawbm@pep.ufrj.br](mailto:renatawbm@pep.ufrj.br)

Orientador: Prof. Dr. Francisco Duarte. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Programa de Engenharia de Produção Fone: (21) 2562-7061 Email: [duarte@pep.ufrj.br](mailto:duarte@pep.ufrj.br)

Caso você tenha dificuldade em entrar em contato com o pesquisador responsável, comunique o fato à Comissão de Ética em Pesquisa do Instituto de Estudos em Saúde Coletiva pelo telefone 21 2598 93 28 ou pelo e-mail: [cep@iesc.ufrj.br](mailto:cep@iesc.ufrj.br) ou [cep.iesc@gmail.com](mailto:cep.iesc@gmail.com)