

## Apropriação Sistêmica e Inovação: o caso da umidificação no beneficiamento de granito

Renata Wey Berti Mendes

### 1. Introdução

A exploração mineral é um setor importante da economia brasileira. Em 2007 ela representava 5% do PIB nacional e juntamente com as indústrias metalúrgicas de metais não ferrosos e produtos não metálicos, ela constituiu para o mesmo ano, 13% das importações, 21% das exportações, 43% da balança comercial (LOBÃO, 2009).

O início da exploração de rochas foi um marco importante no desenvolvimento dos municípios do interior do Brasil, notadamente no estado do Espírito Santo. Mas este se deu às custas de números acidentes de trabalho e adoecimento, notadamente pelas pneumoconioses que acomete trabalhadores expostos à poeira. As estimativas (baseadas unicamente em projeções pela ocupação formal) revelam um número aproximado de 6.000.000 de trabalhadores potencialmente expostos, tendo havido um crescimento desse número que era de 1.525.182 em 1985 e 2.065.935 em 2001 (RIBEIRO, 2010).

No setor de extração de granito a pneumoconiose mais comum é a silicose, quadro desenvolvido pela constante aspiração da poeira de sílica presente na composição do granito. Para atuar na prevenção e controle dessa situação deletéria, o Brasil criou uma norma regulamentadora para o setor, a NR22, que dentre outros itens regula o controle da poeira através da umidificação para empresas de mineração em geral.

Apesar da NR22 ser publicada em 1978, pode-se dizer que foi a partir de 2007 que os sistemas de umidificação começaram a ganhar forma. Este atraso aponta para as dificuldades das empresas para integrar normas e dispositivos técnicos e de gestão (FARIA, 2008). O debate que se coloca evoca para as disjunções entre performance econômica, saúde, segurança e dispositivos inovadores de prevenção. A necessidade de se implantar um processo de concepção para a prevenção mais participativo e com a mobilização dos trabalhadores deve ser também evocado.

A hipótese geral desta pesquisa foi que a introdução de dispositivos de prevenção inovadores modifica a atividade dos trabalhadores e isto pode gerar situações novas de risco a serem geridas. Frente 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 que permite pensar o trabalho no momento da introdução de uma novidade técnica.

Entendemos que a apropriação não se dá apenas no face a face entre o operador e o artefato. Ela também ocorre no nível sistêmico, no nível da recomposição de diversos elementos que irão condicionar essa apropriação tais como impactos econômicos, novos riscos, desenvolvimento de novas habilidades, inovações dos fornecedores e fabricantes dos equipamentos, entre outros.

### 2. Apropriação

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).

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.

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 reinterpretções e novas concepções da mesma novidade técnica (BÉGUIN & DUARTE, 2008). A

introdução, para ser bem sucedida, precisa favorecer caminhos de ação aos seus usuários.

Através desses trabalhos pode-se compreender como se dá a apropriação individual, ou seja, pelo operador em face do instrumento. Contudo, para se pensar a apropriação para a prevenção, é preciso ir além. A apropriação individual existe, mas não é suficiente para explicar a introdução dos dispositivos técnicos nos processos de produção das diferentes empresas de um setor produtivo. É preciso se situar num outro plano de análise mais global para o qual foi desenvolvido o conceito de apropriação sistêmica, que é menos concernente à atividade individual e mais ao sistema de trabalho como um todo. Esse conceito tem como foco a dimensão coletiva da apropriação (MENDES et al. 2012). É um processo de propagação, de ajuste, de transformação e de recomposição do “sistema de trabalho” (um sistema híbrido que comporta atores, mas também ferramentas, processos e estratégias de produção).

### **3. Método**

O estudo apresentado neste artigo foi desenvolvido em três empresas de beneficiamento de granito, de portes grande, médio e pequeno localizadas no estado do Espírito Santo (ES), que é o principal produtor desse material.

A fim de analisar e caracterizar o processo de apropriação de dispositivos de prevenção inovadores pelos trabalhadores seguiu-se os seguintes procedimentos metodológicos:

Análise documental e entrevistas com gestores das empresas, sindicatos e trabalhadores para reconstituição do histórico de implantação dos dispositivos visando a implantação da umidificação;

Análise ergonômica do trabalho – AET dos operadores que usavam esses dispositivos no momento da realização da pesquisa. Estas observações permitiram maior proximidade do trabalho real, conhecimento dos modos operatórios habituais e de como os operadores lidam com as variabilidades.

Este método permitiu compreender a complexidade do trabalho de extração e beneficiamento de granito nas minas visitadas, e, também, identificar as dinâmicas singulares e coletivas que determinam e condicionam as situações de trabalho, além do gerenciamento de projeto realizado pelas empresas e o papel dos agentes de prevenção.

As técnicas de auto-confrontação 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.

### **4. Resultados**

A seguir serão apresentados os resultados da pesquisa nas empresas citando os problemas que a nova tecnologia produziu e a apropriação das ferramentas no decorrer da implantação, no sentido de minimizar ou corrigir os prejuízos ou danos aos trabalhadores e ao sistema.

#### **4.1 Dificuldades impostas pela inovação versus apropriação individual e sistêmica**

A primeira tentativa de implantar a umidificação foi baseada numa adaptação, feita pelos próprios trabalhadores das empresas, 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 a eletricidade que chega ao corpo do trabalhador que também está com o corpo molhado pela água.

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

Mas em 2009, a empresa constatou um aumento importante nos serviços de manutenção das ferramentas elétricas, mesmo daquelas que vinham com a proteção posta 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. Ainda em 2009, os abrasivos foram trocados por um material de cerâmica de custo mais elevado, mas também de maior durabilidade. Após os primeiros testes, concluíram que o brilho atingido com este tipo de abrasivo era de melhor qualidade.

Outro problema foi com relação ao controle de qualidade durante o trabalho. A questão era que 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). 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.

Uma nova dificuldade que apareceu foi que a água em excesso apagava o traçado que os trabalhadores faziam para guiar o corte. Para fazer frente a essas perturbações, eles passaram a utilizar um estilete de maneira que o traço pudesse ser percebido ao passar os dedos sobre ele. Com o passar o tempo, eles foram utilizando cada vez menos o sentido do olhar e passaram a utilizar, então, o tato. Num dado momento, eles nem o tato utilizaram mais, pois passaram a memorizar o traçado sem precisar consulta-lo a todo o momento.

A percepção sobre a qualidade do trabalho também foi alterada com a umidificação. Eles tinham o conhecimento da 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. Para enfrentar esse problema a empresa comprou um secador para acelerar a secagem e permitir a avaliação da qualidade do polimento. Isto configurou uma tarefa a mais ao trabalho, a de secar a peça, portanto o tempo de produção aumentou.

Para resolver o problema dos choques elétricos que continuavam ocorrendo mesmo com a ferramenta vindo com proteção de fábrica, foi trocado o sistema elétrico por pneumático cujo funcionamento se dá com ar comprimido. Foram necessários grandes investimentos financeiros na compra de novas ferramentas, instalação de sistema de ar, compressor de ar, consumo de eletricidade (para o funcionamento do compressor). No entanto, não tiveram mais gastos com manutenção das ferramentas, nem 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 significar maior conforto ao trabalhador inicialmente significou custo psíquico. O saber-fazer que eles possuíam parecia não funcionar. 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. 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 do trabalhador. Eles tentaram aumentar a rotação da ferramenta, mas o motor também parava de funcionar. Os trabalhadores se apropriaram da máquina, aprenderam os novos gestos e modos operatórios, mas nada podiam fazer contra o atraso na produção. E os gerentes são convocados a gerir o tempo de produção.

Eles resolveram o problema aumentando o número de efetivos, 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 gerir o sistema de trabalho, ou gerir as diferentes características da ferramenta, gerir o tempo de produção, etc.

As soluções, inicialmente, foram centradas nos dispositivos técnicos. Eles pensaram apenas numa adaptação na ferramenta para atender à exigência da norma. Quando se começou a funcionar com essa adaptação, eles perceberam que ela trazia problemas devido às características das próprias ferramentas de trabalho (elétrico em contato com água), o ambiente onde o trabalho se dá (temperatura alta), manutenção que é uma tarefa que não havia sido considerada e após, conforme se foi avançando na compreensão do problema, outros elementos do sistema de trabalho, que não foram considerados, apareceram: qualidade, o funcionamento da ferramenta que precisa ser ventilada, a manutenção pelos fabricantes, modos operatórios, tempo de produção, número de efetivo e amplitude de funcionamento da empresa por conta das horas-extras.

Pode-se afirmar que o SESMT estava mais próximo dos riscos, a partir de um ponto de vista higienista, os gerentes portavam o ponto de vista produtivo, sobre o cronograma de produção e investimentos financeiros e os trabalhadores sobre o fazer, os riscos e a qualidade. Cada um centrado no olhar de sua competência, mas percebe-se que são pontos de vista que não se encontram. O trabalho

com tal complexidade não foi pensado por nenhum desses atores envolvidos.

Percebe-se que persistiram dois problemas: pontos de vista simplista; 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 ferramenta pneumática”*. (Encarregado)

## 5. Discussão

É possível, pelos resultados apresentados, 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; mas o sucesso se deu graças à apropriação que o sistema fez da inovação alterando tecnologias, qualidade, tempo de produção, material, segurança, efetivo, etc.

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 (ZOUINAR et al., 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. 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.

A apropriação é antes de tudo descrita na literatura como um processo individual. Mesmo para os autores que buscam desenvolver uma abordagem sócio-cognitiva, a apropriação guarda uma noção que remonta ao nível individual. Essa abordagem é incompleta e não traduz o processo sistêmico aqui apresentado.

Nota-se 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. Uma pequena alteração no equipamento e a introdução de um pouco de água no meio teve um efeito de propagação de problemas.

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. O conceito de apropriação sistêmica visa também, portanto, focalizar sobre a dimensão coletiva da apropriação. Elementos diversos do sistema como, meta de produção, custo em material, objetivos de qualidade e forma de trabalho 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.

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.

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 operador 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.

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 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).

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 trata de um dispositivo de prevenção inovador e especialmente quando ele surge para atender a uma norma.

## 6. Conclusão

Este estudo permitiu identificar o processo de implantação do sistema umidificado e seus diversos desdobramentos no setor de beneficiamento do granito.

Ele apontou inúmeros transtornos que o processo de introdução da umidificação provocou no beneficiamento de granito. 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.

Confirmou que tais transtornos foram superados com a apropriação individual e sistêmica. Individual enquanto apropriação com transformações na forma de realizar a atividade e incorporação do objeto no corpo de maneira que os gestos se tornaram automatizados. Sistêmica pois que num processo de propagação da apropriação pelos trabalhadores, 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.

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.

## Referências

BANNON, L. Exploring Appropriation – Beyond Tinkering & Tailoring... In: Conférence Ergo EDF. CNAM-Paris. 2011

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. *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., DUARTE, FJCM. “Inovação: entre o trabalho dos projetistas e o trabalho dos operadores”. Laboreal. Porto/Portugal. v. 4, n. 2, pp. 10-14, 2008  
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  
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.  
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: 47a Congrès SELF 2012, p 65.  
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. 2011 ; 4 : 71-83.  
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.  
ZOUINAR, M, HARADJI, Y., SALEMBIER, P. et al. Appropriation et Ergonomie. In: Conférence Ergo EDF. CNAM-Paris. 2011

### **Agradecimentos**

Este artigo é um desdobramento da tese de doutorado de Renata Wey Berti Mendes, intitulada “Apropriação sistêmica de inovações tecnológicas para a prevenção: o caso do controle de poeira em mineradoras de granito”, que teve como fonte de financiamento o CNPq e a CAPES. Ele também está inscrito num projeto mais amplo de parceria CAPES-COFECUB “Trabalho, inovação e desenvolvimento sustentável” 702/11, cujo objetivo é melhor articular os dimensionamentos normativos ligados à sustentabilidade do trabalho e ao desenvolver da concepção, integrando as interrogações relativas às transformações do trabalho.