

SÉRIE TECNOLOGIA AMBIENTAL

**Tecnologias Limpas para a Arte em Pedra-sabão,
Mata dos Palmitos, Outro Preto – MG, Brasil**

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA

Dilma Vana Rousseff

Presidente

Michel Miguel Elias Temer Lulia

Vice-Presidente

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Celso Pansera

Ministro de Estado da Ciência, Tecnologia e Inovação

Emília Maria Silva Ribeiro Curi

Secretária-Executiva

Adalberto Fazzio

Subsecretário de Coordenação das Unidades de Pesquisa

CETEM – CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL

Fernando Antonio Freitas Lins

Diretor

Arnaldo Alcover Neto

Coordenador de Análises Minerais

Claudio Luiz Schneider

Coordenador de Processos Minerais

Durval Costa Reis

Coordenador de Administração

Cosme Antonio de Moraes Regly

Coordenador de Planejamento, Gestão e Inovação

Francisco Wilson Hollanda Vidal

Coordenador de Apoio Tecnológico às Micro e Pequenas Empresas

Ronaldo Luiz Corrêa dos Santos

Coordenador de Processos Metalúrgicos e Ambientais

SÉRIE TECNOLOGIA AMBIENTAL

ISSN 0103-7374

ISBN – 978-85-8261-036-7

STA - 83

Tecnologias Limpas para a Arte em Pedra-sabão, Mata dos Palmitos, Outro Preto – MG, Brasil

Patricia Correia de Araujo

Mestranda em Práticas de Desenvolvimento Sustentável, pela UFRRJ. Técnica Química do CETEM/MCTI.

Adão Benvindo da Luz

D.Sc. em Engenharia Mineral pela EPUSP-USP, Pesquisador Titular do CETEM/MCTI.

Maria da Conceição da Silva Freitas

D.Sc. em Sociologia. Professora Adjunto da UNB.

Zuleica Carmem Castilhos

D.Sc. Geociências (Geoquímica) pela UFF. Tecnologista Sênior do CETEM/MCTI.

CETEM/MCTI

2015

SÉRIE TECNOLOGIA AMBIENTAL

Luis Gonzaga Santos Sobral

Editor

Andréa Camardella de Lima Rizzo

Subeditora

CONSELHO EDITORIAL

Marisa Bezerra de M. Monte (CETEM), Paulo Sergio M. Soares (CETEM), Saulo Rodrigues P. Filho (CETEM), Sílvia Gonçalves Egler (CETEM), Vicente Paulo de Souza (CETEM), Antonio Carlos Augusto da Costa (UERJ), Fátima Maria Zanon Zotin (UERJ), Jorge Rubio (UFRGS), José Ribeiro Aires (CENPES), Luis Enrique Sánches (EPUSP), Virginia Sampaio Ciminelli (UFMG).

A Série Tecnologia Ambiental divulga trabalhos relacionados ao setor minerometalúrgico, nas áreas de tratamento e recuperação ambiental, que tenham sido desenvolvidos, ao menos em parte, no CETEM.

O conteúdo desse trabalho é de responsabilidade exclusiva do(s) autor(es).

Valéria Cristina de Souza

Coordenação Editorial

João Henrique de Castro Rocha

Programação Visual

Valéria Cristina de Souza

Editoração Eletrônica

Andrezza Milheiro

Revisão

Araujo, Patrícia Correia de

Tecnologias limpas para a arte em pedra-sabão, Mata dos Palmitos, Ouro Preto, MG, Brasil / Patrícia Correia Araujo [et al.]. —Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2015.

46p.: il (Série Tecnologia Ambiental, 83)

1. Tecnologias limpas. 2. Pedra-sabão. 3. Meio Ambiente. I. Centro de Tecnologia Mineral. II. Luz, Adão Benvindo. III. Freitas, Maria C. S.. IV. Castilhos, Zuelica Carmem. V. Título. VI. Série.

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
1 INTRODUÇÃO	9
1.1 Pedra-sabão	10
1.2 Aspectos Toxicológicos	11
1.3 Mata dos Palmitos	13
1.4 Projeto Sócio-Ambiental	16
2 OBJETIVO	17
3 EXPERIMENTAL	18
3.1 Amostragem do Material Particulado em Suspensão	18
3.2 Amostragem das Partículas de Poeira Fina	22
3.3 Pesquisa da Presença de Fibras (anfibólis)	24
3.4 Caracterização da Rocha Bruta	25
3.5 Avaliação das Condições Ocupacionais e Ambientais	26
3.6 Parcerias, Financiamentos e Acordos	27
3.7 Tratamento Prévio para Capacitação	32
3.8 Curso de Capacitação	33
3.9 Construção da Unidade de Referência em Tecnologias Sociais Limpas para a Arte em Pedra-sabão	36

3.10 Estudos da Destinação – Reaproveitamento dos Resíduos	39
3.11 Outros Estudos	39
4 CONCLUSÕES	41
5 AGRADECIMENTOS	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

RESUMO

Assim foi a construção do Projeto Tecnologias Limpas para a Arte em Pedra-Sabão, desenvolvido pelo Centro de Tecnologia Mineral, em Mata dos Palmitos, Ouro Preto. No início, o projeto se restringia à idealização de uma “canoa” em que coubessem novas tecnologias visando à melhoria da saúde ambiental e humana. Com o passar do tempo - meses e anos-, a visão bidimensional – sócio-ambiental- deu lugar à tríade: sócio – econômico – ambiental, já preconizada pela Conferência de Johannesburg (1992), e assim, foi saindo da teoria para a prática, mostrando as sérias implicações das diversas ramificações que estão contidas nestes três conceitos. Neste estágio, a canoa ficou pequena, necessitávamos de remos e força física, bem como de velas e, principalmente da bússola, que nos mostrassem a melhor direção a ser tomada. Sempre foi considerado que as decisões adotadas junto à comunidade de Mata dos Palmitos deveriam ser priorizadas e, em caso de grande dificuldade para executá-las, aquela deveria ser a primeira a ser informada para que, em conjunto, se pudesse tomar novos rumos

Palavras-chave

Tecnologias limpas, esteatito, saúde humana e ambiental.

ABSTRACT

So was the construction of the Project Technologies for Arts in Soapstone, developed by the Mineral Technology Centre in Mata dos Palmitos, Ouro Preto. Initially the project was restricted to the idealization of a "canoe" that could fit new technologies aiming at improving human and environmental health. As time went by, months and years passed, so the two-dimensional view - socio-environmental - gave space to the triad socio-economic-environmental, as advocated by the Johannesburg Conference (1992). From theory to practice our project was showing the serious implications of the diverse ramifications contained in these three concepts. At that stage, the canoe became small; we needed oars and physical strength as well as sails and especially the compass, which would show us the best direction to take. Along those years, it has been always a guideline that decisions adopted by the community of Mata dos Palmitos should be prioritized. And in case of great difficulty to be performed, community should be the first to be informed so that, together, new directions could be found.

Keywords

Clean technologies, steatite, human and environmental health.

1 | INTRODUÇÃO

Em meados de 2005, o CETEM iniciou uma aproximação com a comunidade artesã de Mata dos Palmitos, distrito de Santa Rita do Ouro Preto, em Ouro Preto, Minas Gerais. A intenção do contato naquela ocasião era retratar, na forma de um estudo de caso, a inserção feminina na pequena mineração na América Latina, em atendimento ao Prosul/CNPq (CASTILHOS, 2006).

A partir de então foi realizado um levantamento censitário na área. Nesta localidade residiam aproximadamente 160 pessoas, das quais 58% eram mulheres que se dedicavam ao artesanato em pedra-sabão, superando os homens, que totalizavam 35% da população. O grupo poderia, de fato, ser selecionado para o estudo. Todavia, outra questão se apresentou ao se tomar conhecimento da forma rudimentar com a qual o artesanato estava sendo produzido e os riscos devido ao tipo de material mineral manipulado e suas implicações para a saúde humana e ambiental. Poderíamos sugerir modificações ao processo sem que, contudo, descaracterizassem a marca cultural que a atividade imprime à comunidade local? Este questionamento deu início a várias parcerias, gerando um projeto socioambiental, cujos pilares podem ser considerados pioneiros no Brasil, tanto no desenvolvimento metodológico quanto no estrutural, perfazendo uma década de concepção e ação contínuas.

1.1 | Pedra-sabão

A esteatita, ou pedra-sabão, como é popularmente conhecida, está presente na região do Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais. É uma rocha metamórfica, compacta, plástica, untuosa ao tato, encontrada nas tonalidades cinza, cinza azulado, cinza esverdeada, e nas tonalidades creme e creme avermelhado. É composta, sobretudo, de talco, que confere à rocha sua principal característica: a baixa dureza, que facilita o manuseio para esculturas e trabalhos artesanais. Entretanto, possui também em sua composição outros minerais, como magnetita, clorita, anfibólios (tremolita) e quartzo.

A utilização da pedra-sabão no Brasil é antiga. Acredita-se que os indígenas da região Sudeste do Brasil foram os primeiros indivíduos no continente sul-americano a esculpir painéis em pedra-sabão (QUINTAES, 2006). Os registros na cidade de Ouro Preto devem-se aos índios habitantes da região do Vale do Itacolomi, que fabricavam painéis e outros utensílios domésticos.

Após a descoberta do ouro, na cidade de Ouro Preto, em 1698, a pedra-sabão passou a ser utilizada na sua aplicação mais conhecida: na arte da cantaria, na construção de alicerces, marcos, vergas, canalização de água e esgoto, pias e chafarizes. Na época colonial foi muito utilizada, também, pelos artistas portugueses e brasileiros, na estatuária e na ornamentação de igrejas barrocas do século XVIII, em Ouro Preto e outras cidades próximas.

Em Mata dos Palmitos, os primeiros habitantes migraram com o objetivo de explorar o palmito nativo na região e a pedra-sabão para a produção de painéis. Com a produção de alumínio primário e com a exploração de minas de ferro, em

Ouro Preto, na década de 1960, houve uma forte diminuição da demanda de utensílios de pedra-sabão, que foram perdendo mercado para as painéis de alumínio.

Assim, a produção de painéis deu lugar à fabricação de outras peças artesanais, como, miniaturas de animais, tábuas de xadrez, copos, pratos e outros utensílios.

O nome “pedra-sabão” foi conferido à rocha por artistas barrocos, dos quais o mais conhecido é Antônio Francisco Lisboa, o “Aleijadinho” que, sem dúvida alguma, contribuiu, através de sua obra, para o reconhecimento internacional de Ouro Preto, culminando com a declaração, em 1980, pela UNESCO, de Patrimônio Histórico da Humanidade. Isto fez com que houvesse uma grande expansão do artesanato nas décadas seguintes, e pôs em destaque a arte desenvolvida em Mata dos Palmitos e localidades vizinhas

1.2 | Aspectos Toxicológicos

Embora a utilização da pedra-sabão no artesanato seja considerada uma atividade histórica e tradicional, principalmente na região de Minas Gerais, o manuseio da rocha, sem as devidas precauções pode causar diversos problemas de saúde.

O talco é o principal componente da pedra-sabão, mas possui, em alguns casos, outros constituintes geológicos, como quartzo e anfíbolios (asbestos ou amianto), que tem sido demonstrado causar doenças respiratórias graves. A sílica cristalina, embora

menos relevante que o amianto, em concentrações superiores a 1%, é também classificada como um agente cancerígeno pelo IARC (International Agency for Research on Cancer).

Os asbestos (ou amianto) são nomes comerciais de um grupo heterogêneo de minerais facilmente separáveis em fibras. Os amiantos pertencem a dois grupos de minerais: a crisotila, representando a variedade fibrosa do grupo da serpentinita, e os minerais fibrosos do grupo dos anfibólios: crocidolita, amosita, antofilita, actinolita e tremolita.

Na caracterização dos esteatitos da área de estudo, encontraram-se anfibólios do tipo actinolita – tremolita ou antofilita. Estas fibras são potencialmente cancerígenas e a principal via de exposição é a inalação.

A inalação do talco ao ser trabalhada a rocha, pode provocar danos irreversíveis aos pulmões, entre eles a talcoose ou suas variações (talcoasbestose e talcosilicose). Pode ser causa, também, de doenças pleurais, doenças respiratórias das vias superiores, como bronquite, asma, e também dermatites de contato e doenças gastrointestinais. Outros efeitos importantes e potencialmente vinculados à exposição ao anfibólio são câncer broncogênico, câncer de pulmão e mesotelioma de pleura. Um importante parâmetro a ser analisado quanto à exposição humana é o tamanho das partículas de poeira. As partículas não inaláveis são maiores que 10 μ m; as inaláveis podem ser grossas (de 10 μ m a 2,5 μ m) e finas, menores que 2,5 μ m. Estas podem atingir estruturas mais profundas no sistema respiratório (ALGRANTI *et al.*, 2000, CAPITANI, 1994 APUD BEZERRA, 2002; CASTILHOS *et al.*, - LIVRO DE ROCHAS E MINERAIS INDUSTRIAIS).

1.3 | Mata dos Palmitos

Mata dos Palmitos localiza-se na encosta direita do Vale do Bandeira, a aproximadamente 9 km da sede do distrito de Santa Rita de Ouro Preto e a 40 km ao sul da sede urbana do município de Ouro Preto.

A região consiste de um pequeno vilarejo, em um vale, com casas simples, que estão distribuídas entre a margem do rio e a estrada de terra que percorre a vila (Figura 1). A cobertura vegetal nativa caracteriza-se pela predominância de campos e capoeiras. As palmeiras, que deram nome ao local já não mais existem. As propriedades são cercadas por uma região de mata fechada. No entanto, não há preservação de mata nativa.

As temperaturas locais são amenas ao longo do ano, com máximas de 22°C , sendo o clima classificado como tropical de altitude. A topografia é bastante acidentada, constituída, basicamente, por terreno montanhoso e no solo, pobre em matéria orgânica, predominam afloramentos de rochas, o que os torna inadequados para o cultivo agrícola.

Há duas nascentes de água que são utilizadas pela população para consumo, sem tratamento.



Figura 1. Mata dos Palmitos – área de estudo, onde são vistas algumas casas e ao fundo, a Igreja.

A produção de artesanato em Mata dos Palmitos é desenvolvida no peridomicílio com emprego de mão de obra familiar, sendo um aspecto importante o desenvolvimento de redes de parentesco, que parecem ser o grande veículo de viabilização do aprendizado e manutenção da tradição da arte em pedra-sabão nesta região (CASTILHOS *et al.*, 2005).

Segundo levantamento censitário realizado pelo CETEM, em julho de 2008, na localidade havia 35 famílias, perfazendo o total de 158 habitantes, aproximadamente. Dos homens, 29 exerciam, exclusivamente, a atividade artesanal, o que representava 35% do total. Das mulheres, 18 eram artesãs, representando 58% de participação feminina no exercício da arte. Na única escola do local, Escola Municipal Francisco Pignataro, estavam matriculadas, no ensino fundamental, 48 crianças na faixa etária de 4 a 15 anos, e 17 adultos estavam sendo alfabetizados no período noturno. Dos artesãos entrevistados durante o levantamento, a maioria ansiava por dar prosseguimento às atividades com o artesanato, uma vez que não possuíam outra fonte de renda, e desejavam melhorias, principalmente, no que diz respeito ao acesso à lavra de pedra-sabão e a conhecimentos sobre saúde ocupacional.

Através de estudos realizados com os artesãos de Mata dos Palmitos foram evidenciados desde problemas dermatológicos, como coceiras, até doenças pulmonares graves, possivelmente associados à exposição contínua ao material particulado (Bezerra, 2003).

Adicionalmente, o trabalho manual com a rocha envolve outros riscos, além da exposição à poeira; como os riscos físicos de cortes, amputações, quedas, entre outros, e ergonômicos pelos movimentos repetitivos e posturas inadequadas.

A saúde ambiental da região também se mostrava comprometida, uma vez que os rejeitos não ficavam confinados nas oficinas de artesanato; eram depositados nos leitos dos córregos causando assoreamento, e outras vezes, transportados pelo vento por grandes distâncias, acabavam por se depositar no solo e nas copas das árvores, proporcionando um ciclo de contaminações e impactos ambientais (Figura 2).

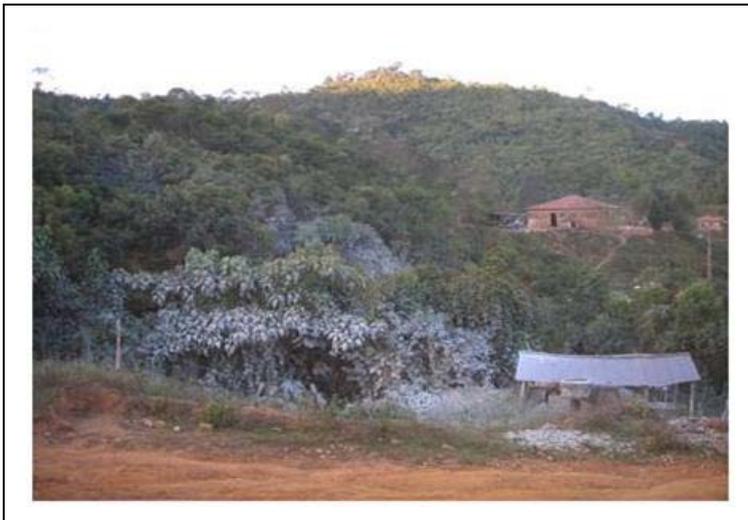


Figura 2. Poeira mineral sobre a vegetação e solo.

1.4 | Projeto Sócio-Ambiental

A escolha de Mata dos Palmitos para o desenvolvimento deste projeto deveu-se à percepção da incompatibilidade existente entre a manutenção de um bem histórico-cultural, que o artesanato em pedra-sabão representa para a região, e a condição precária na qual este bem é produzido e que constitui a principal fonte de renda dos artesãos locais.

Entendeu-se que para um centro de tecnologia mineral, como o CETEM, a contribuição técnica através do desenvolvimento de tecnologias limpas, aliada ao trabalho de bases sócio-educativas, poderia representar, para a comunidade em questão, um avanço decisivo em direção à sustentabilidade.

Após o conhecimento da área de estudo e mapeamento das condições de risco à saúde humana e ambiental, várias ações foram realizadas durante os anos de 2007 e 2008 para qualificar e quantificar a extensão dos danos, e estão descritas abaixo. Tanto os projetos quanto os resultados de cada um foram primeiramente mostrados na comunidade de Mata dos Palmitos, para o envolvimento da comunidade e para a obtenção da perspectiva dos artesãos e artesãs em relação ao tecnicamente proposto.

Desta forma, o CETEM captou recursos financeiros (40.000 dólares americanos) do International Development Research Center – IRDC/Canadá para a execução do projeto “Trabalho Familiar no Artesanato de Pedra-Sabão in Gênero e Trabalho Infantil na Pequena Mineração “ (CASTILHOS, OLIVIA E PORTUGAL, 2008) .

2 | OBJETIVO

Implementar tecnologias limpas para a arte em pedra-sabão na comunidade artesã de Mata dos palmitos afim de minimizar os impacto ambientais e à saúde humana oriundos desta atividade.

3 | EXPERIMENTAL

3.1 | Amostragem do Material Particulado em Suspensão

Esta amostragem foi realizada para a pesquisa do tamanho da poeira mineral presente no ar. Para esta finalidade, utilizou-se um equipamento denominado “Dutscan Scout”, que mede a concentração de partículas menores do que $10\mu\text{m}$; $4,5\mu\text{m}$ e $2,5\mu\text{m}$. O equipamento utiliza uma bomba de ar que aspira a amostra através do filtro e, usando um feixe de laser, avalia, instantaneamente, o número de partículas presentes, ou seja, os valores de concentração variam continuamente durante o tempo de amostragem. Assim, têm-se valores em mg/m^3 em intervalos de 2 segundos, bem como o valor médio, mínimo e máximo da concentração de particulado durante o tempo de exposição pré-determinado.

Em visita realizada no dia 15 de maio de 2007, foram feitas medições com o “Dutscan Scout” em lugares pré-selecionados em função do potencial de geração de poeiras e, conseqüentemente, de risco à saúde humana, e em outros de exposição indireta, como no interior das casas.

Foram coletados dados em 14 pontos da propriedade da Sra. Dionísia (artesanã) e arredores, julgados mais críticos para a saúde dos artesãos (Tabela 1). Em um local afastado das oficinas de artesanato de Mata dos Palmitos, mas ainda no município de Ouro Preto, foram feitas medidas para quantificação da qualidade do ar referencial naquela região em relação à concentração de particulado. Os valores de qualidade do ar referencial na região resultaram em $0,010\text{ mg}/\text{m}^3$ para partículas menores que $10\mu\text{m}$ (PM 10) e de $0,001\text{ mg}/\text{m}^3$ para partículas menores que $2,5\mu\text{m}$ (PM 2,5).

A Tabela 1 exibe os resultados das concentrações médias de partículas em suspensão em cada ponto da coleta realizada na oficina da Sra. Dionísia e arredores.

Tabela 1. Descrição dos pontos de coleta e concentração média de particulados <10 µm e <2,5 µm na atmosfera.

Coleta	Descrição	PM 10 µm (mg/m ³)	PM 2,5 µm (mg/m ³)
Ponto 1	Afastado do torno em funcionamento	0,043	0,005
Ponto 2	Encostado no torno em funcionamento	0,069	0,006
Ponto 3	Região externa com a machadinha em uso	0,022	0,003
Ponto 4	Perto da furadeira em repouso	0,013	0,001
Ponto 5	Próximo ao rio	0,011	0,002
Ponto 6	No interior da casa da Dona Dionísia	0,015	0,002
Ponto 7	Quintal da Dona Vera	0,012	0,003
Ponto 8	Próximo às pedras sendo serradas manualmente	0,031	0,004
Ponto 9	Perto do torno em repouso	0,016	0,001
Ponto 10	Frente da casa	0,012	0,002
Ponto 11	Oficina da Carminha	0,017	0,002
Ponto 12	Mulheres lixando	0,015	0,003
Ponto 13	Serra manual	0,025	0,004
Ponto 14	Serra automática	0,414	0,037

As Figuras 1 e 2 mostram as concentrações de particulado de PM 10 e PM 2,5, respectivamente, exceto para a serra automática (pt 14), em que os resultados apresentaram uma ordem de grandeza superior aos demais pontos.

Pode-se observar no Gráfico 1 que a concentração de PM 10 é maior que o dobro da referência em 5 pontos: região externa com a machadinha em uso, serra manual, próximo às pedras sendo serradas manualmente, afastado do torno em funcionamento e encostado no torno em funcionamento, representando cerca de 36% dos locais amostrados. Outra fonte de poeiras que deve ser considerada é o material fino depositado no solo (chegando a 20 cm de pó em alguns lugares) e ao vento que se encarrega de suspendê-lo. Por outro lado, como a concentração de PM 2,5 é igual ou maior do que o dobro de referência em 11 pontos, ou seja, em quase 80% dos locais amostrados (Gráfico 2). Isto sugere que há uma grande dispersão de partículas menores.

A Figura 3 mostra a relação PM 10/PM 2,5 e sugere o tipo de poeira mais produzida em cada ponto. Nos pontos onde essa razão é maior que a razão referencial (ponto de referência) há uma maior concentração de PM 10 e, assim, maior produção de poeira mais grossa, e nos pontos onde a razão é menor que no ponto de referência, há uma maior quantidade de poeira fina. Logo, nos pontos “serra automática”, “encostado no torno em funcionamento”, “perto da furadeira em repouso” e “perto do torno em repouso” há uma predominância da poeira grossa, e nos demais pontos, de poeira fina.

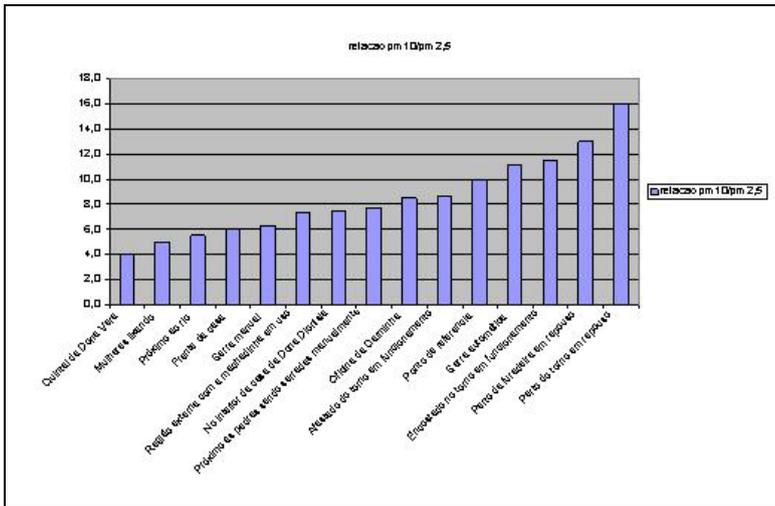


Figura 3. Relação das concentrações de particulados PM 10 / PM 2,5.

Os resultados indicaram que a serra automática era o ponto mais crítico em relação à quantidade de poeira gerada, tanto para PM 10, quanto para PM 2,5, seguido do torno e da serra manual. Nos demais pontos a predominância foi de poeira fina, o que também indicou potenciais e relevantes riscos à saúde humana (CAMPOS, 2007).

3.2 | Amostragem das Partículas de Poeira Fina

Nos pontos onde a poeira era predominantemente fina, foi instalado um Amostrador Dicotômico (Graseby Andersen Dichotomous Sampler – SERIES 240) que visou conhecer a distribuição das partículas totais em distintos tamanhos e a pesquisa de fibras de amianto. Este equipamento funciona a uma vazão de 16,7 L/min e possui um tubo receptor de partículas grossas (de 10 a 2,5µm), que são coletadas a um

fluxo de 1,67 L/min, enquanto que as partículas finas, menores que 2,5 μm , seguem para o filtro de coleta a um fluxo de 15 L/min. Para a coleta, foram utilizados filtros de Teflon de 2 μm x 37mm. O monitoramento foi realizado durante 15 dias, com troca dos filtros a cada 24 horas (Figuras 4 e 5) no exterior da oficina da artesã Dionísia.



Figura 4. Amostrador Dicotômico – medidor de vazão (interior da oficina da Sra. Dionísia).



Figura 5. Amostrador Dicotômico – acessório de captação de particulado (fora da oficina da Sra. Dionísia).

3.3 | Pesquisa da Presença de Fibras (anfíbolos)

Para a pesquisa da presença de fibras na poeira gerada pelo artesanato de pedra-sabão foram realizadas análises por microscopia eletrônica de varredura (MEV) nos filtros provenientes do Amostrador Dicotômico. O equipamento utilizado foi o LEO S440, equipado com detector de elétrons retro-espalhados.

A análise no MEV das partículas finas de poeira ($2,5 \mu\text{m}$) presente em 2 (dois) filtros, provenientes da amostragem realizada pelo Dicotômico, mostraram a presença de fibras, provavelmente, anfíbolos (Figura 6).

Considerando que o equipamento Dicotômico foi instalado fora da oficina de artesanato, o resultado sugere que ocorra uma distribuição ambiental das fibras respiráveis, podendo atingir, além da área laboral, a área domiciliar, incrementando a população exposta, podendo atingir, também, grupos críticos como crianças, mulheres grávidas, doentes e idosos, além dos artesãos.



Figura 6. Imagem de fibra semelhante à anfíbio, presente no filtro de Teflon ($2,5 \mu\text{m}$) –Análise ao MEV.

3.4 | Caracterização da Rocha Bruta

Para a caracterização da rocha bruta, foram analisadas 6 (seis) amostras por Difração de Raios X (DRX). As análises por DRX, pelo método do pó, foram executadas em um equipamento Bruker-AXS D5005 equipado com espelho de Goebel para feixe paralelo de raios X, nas seguintes condições de operação: radiação $\text{Co}\cdot\text{K}$ (35 kV/40 mA), velocidade do goniômetro de $0,02^\circ$ por passo, com tempo de contagem de 1,0 segundo por passo e coletados de 5° a 80° . A interpretação qualitativa de espectro foi efetuada por comparação com padrões contidos no banco de dados PDF02 (ICDD, 1996) em software Bruker DiffracPlus.

Os resultados das análises de DRX, realizadas em blocos de pedra-sabão, demonstram a presença dos minerais actinolita e tremolita, que pertencem à família dos anfibólios (Figura 7).

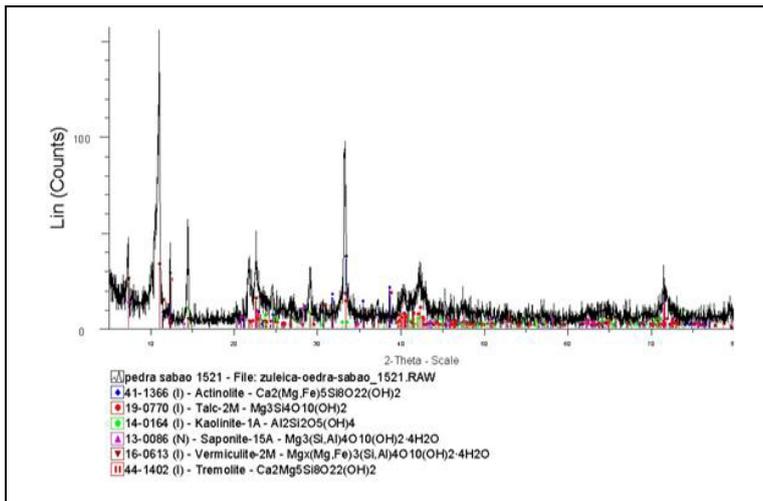


Figura 7 Difratomia de raios X.

3.5 | Avaliação das Condições Ocupacionais e Ambientais

Também foi realizada a avaliação das condições ocupacionais e ambientais da exposição à poeira nas atividades de artesanato em estudo piloto. A amostragem de poeira no ar foi realizada com base nos procedimentos padronizados para coleta de aerodispersóides sólidos em filtros de membrana da Norma de Higiene do Trabalho da Fundacentro – NHT-02 A/E de 1985. Essa norma estabelece a vazão da bomba para coleta de poeira respirável de 1,7 L/min, enquanto que para poeira total deve ser de 1,5 L/min. O tempo de amostragem para poeiras atende a uma representatividade estatística, e todas perfazendo, no mínimo, 70% da jornada de trabalho. Em outros casos avaliou-se o ciclo de trabalho. As avaliações ocorreram em dia seco, sem ocorrência de chuva nos cinco dias que antecederam as mesmas. Foram coletadas amostras de material particulado para determinação das concentrações de poeira. Para cada setor foram feitas coletas de amostra individual, que se caracterizam pelo fato do sistema de coleta ser fixado no próprio trabalhador, na altura da zona de respiração. Amostrou-se a poeira em 5 artesãos e um trabalhador da escola do município. As análises gravimétricas de poeira foram realizadas no Departamento de Mineração da Universidade Federal de Minas Gerais.

Com relação à avaliação das condições ocupacionais e ambientais da exposição à poeira nas atividades de artesanato, os resultados mostraram que dos 5 artesãos analisados, 3 estavam expostos a níveis de poeira acima da média recomendada pela Norma de Higiene do Trabalho da Fundacentro – NHT-02 A/E de 1985, recomendando-se o uso

de Equipamento de Proteção individual (EPI) com fator mínimo de atribuição de 10 vezes. Para o trabalhador da escola, os níveis de exposição estavam abaixo do nível de ação.

Geralmente, os artesãos da área de estudo não usam equipamentos de proteção individual, e quando o fazem, verifica-se o uso incorreto ou até mesmo o improvisado de materiais não apropriados para esse tipo de função. Já se notou, por exemplo, o uso de jornais ou tecidos/lenços como máscara e o uso de tampa conta-gotas como protetor auricular.

3.6 | Parcerias, Financiamentos e Acordos

A partir do levantamento técnico realizado, o CETEM firmou parceria com a Empresa de Mineração de Amianto Crisotila, SAMA – Minaçu (GO), que desenvolveu máquinas para o artesanato em serpentinito. Com o apoio financeiro do IDRC, o projeto adquiriu 05 máquinas, que foram especialmente desenvolvidas pela SAMA para o artesanato em serpentinito e que foram adaptadas, posteriormente, para o artesanato em pedra-sabão por via úmida:

- 01 unidade de serra de 600mm enclausurada com contra peso (utilizada para corte em blocos da pedra bruta) – (Figuras 8 e 9);
- 01 unidade para corte manual de rocha com dois discos de 350mm (para cortes menores nos fragmentos de rocha) – (Figura 10);
- 01 unidade de máquina com 2 rebolos de 350mm (utilizada para acabamento) – (Figura 11);
- 01 unidade de máquina com 2 rebolos politriz (utilizada para polimento) – (Figura 12);
- 01 unidade de lixadeira para lixa P220 – (Figura 13).



Figura 8. Serra de 600 mm – Vista Lateral.



Figura 9. Serra de 600 mm – Vista Frontal – aberta.



Figura 10. Serra de 350mm.

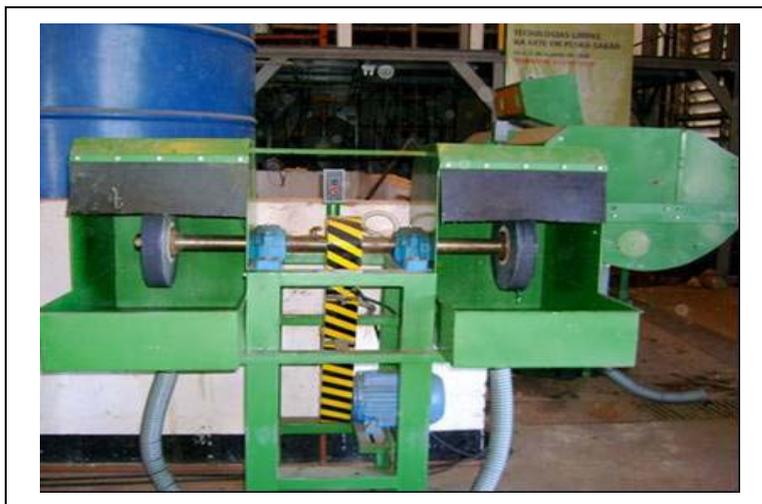


Figura 11. Máquina com 2 rebolos de 350mm.



Figura 12. Máquina com 2 rebolos politriz.



Figura 13. Lixadeira para lixa P220.

Concomitantemente às realizações técnicas acima descritas, o CETEM participou de uma reunião, em abril de 2008, com a Prefeitura Municipal de Ouro Preto, representantes do Ministério do Meio Ambiente e do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM estabelecendo uma ação conjunta

para viabilizar a construção de uma Unidade Protótipo em Tecnologias Sociais Limpas para a Arte em Pedra-Sabão em Mata dos Palmitos, para servir de centro de treinamento e capacitação de artesãos com as novas tecnologias. Esta parceria também teve por objetivo criar mecanismos legais, junto ao DNPM, para facilitar o acesso dos artesãos à pedra-sabão.

Na ocasião, a Prefeitura de Ouro Preto, na gestão do Sr. Ângelo Osvaldo, investiu a quantia de R\$ 50.000,00 (Cinquenta Mil Reais) na construção da Unidade Protótipo de Tecnologias Limpas na Arte da Pedra-Sabão, em Mata dos Palmitos.

O CETEM realizou, também, reuniões periódicas, durante o ano de 2008, com a comunidade artesã de Mata dos Palmitos, para esclarecer a importância do projeto para a qualidade de vida, de saúde e de trabalho dos mesmos. Nestes encontros foi enfatizada a necessidade dos artesãos se organizarem em associação ou cooperativa, uma vez que a Unidade Protótipo e os equipamentos existentes nela seriam doados à comunidade artesã de Mata dos Palmitos. As bases metodológicas para a capacitação dos artesãos na formação da cooperativa foram desenvolvidas por profissionais das áreas de pedagogia e educação ambiental.

3.7 | Tratamento Prévio para Capacitação

No segundo semestre de 2008 foram instaladas as máquinas na Usina Semi-Piloto do CETEM, onde foi realizado o primeiro treinamento com artesãos de Mata dos Palmitos, bem como com técnicos do Centro, com as novas tecnologias adquiridas e, também, para que eles opinassem sobre os equipamentos apresentados (Figuras 14, 15 e 16).

As máquinas foram aprovadas pelos artesãos durante o treinamento, que contribuíram com algumas sugestões para a melhoria da eficiência no corte da serra de 600mm. As adaptações foram realizadas pelo CETEM.



Figura 14. Treinamento com a lixadeira e com a serra de 350 mm.



Figura 16. Equipe executiva do CETEM e equipe de treinamento.

3.8 | Curso de Capacitação

Após a realização dos acordos de parceria entre o CETEM, a SAMA e a Prefeitura de Ouro Preto, a aquisição das máquinas e o primeiro treinamento dos artesãos no CETEM, a coordenação do projeto deu início a um curso de capacitação denominado “Formação de Artesãos em Tecnologias Sociais Limpas para Artesanato em Pedra-Sabão em Mata dos Palmitos”, e teve como objetivo principal capacitar os artesãos para operarem nas máquinas de forma segura. O curso foi dividido em três módulos, tendo a abordagem de gênero como tema transversal e foi financeiramente apoiado pela Empresa Samarco, através da aprovação do projeto no edital “Projeto Social Samarco”. Foram convidadas as Secretarias Municipais de Meio Ambiente, Saúde, Educação e Turismo para compor material pedagógico nos distintos módulos.

O público alvo foi cerca de 50 artesãos de Mata dos Palmitos. Aqueles que participaram com mais de 75% de assiduidade receberam certificado de participação expedido pelo CETEM. A duração do curso foi de 24 horas, ministrado uma vez por semana, durante uma hora por 06 meses, separado em 03 módulos:

O Módulo I, intitulado “Conceitos de Saúde Integral e Meio Ambiente”, tratou das seguintes temáticas: conceito de saúde, noções de sustentabilidade ambiental- reuso de água, reaproveitamento de rejeitos, impactos positivos e negativos sobre a qualidade das águas superficiais e solos na região-, doenças ambientais, produção limpa, prevenção de doenças e cuidados básicos de higiene, e qualidade de água, doenças ocupacionais, em especial, na mineração e por exposição a poeiras minerais, doenças sexualmente transmissíveis, doenças infectocontagiosas (hanseníase), alergias e tratamentos etc.

O Módulo II, intitulado “Valorização da Cultura e Arte em Pedra-Sabão e Organização Social”, abordou a importância da diversidade cultural para a valorização da arte em pedra-sabão, o valor da propriedade autoral do artista/artesão, a história do artesanato em pedra-sabão e os grandes mestres, como o Aleijadinho. No item “Organização Social” foram citados conceitos básicos de associativismo e cooperativismo e de comercialização, visando a sustentabilidade econômica da atividade artesanal. Também foram mencionados conceitos de relações de gênero, para a reflexão na divisão social do trabalho.

O Módulo III, “Capacitação técnica na operação dos equipamentos e segurança no trabalho”, abordou as seguintes temáticas: apresentação e orientação de uso de EPIs; saúde ocupacional, lesão por esforço repetitivo e distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho, prevenção de acidentes de trabalho etc.

As apostilas do curso e o manual das máquinas foram elaborados e impressos pelo CETEM, e encontram-se no Anexo I deste trabalho.

Os artesãos e artesãs que efetivamente cursaram mais de 75% do curso receberam certificado de conclusão da primeira fase e estavam aptos a cursar a segunda fase, que consistiu de treinamento nos equipamentos instalados na Unidade de Referência em Tecnologias Sociais Limpas.

Na finalização do curso modular, um treinamento técnico foi realizado com os artesãos, com o objetivo de instruí-los para uma manipulação segura das máquinas e também possibilitando a capacidade da realização da manutenção preventiva, quanto ao desgaste e troca de peças. Este treinamento foi ministrado por técnicos do SENAI/Minaçu - GO, Sr. Raimundo, e da SAMA Mineração, Sr. Adilson. Ao término desta atividade, as etapas de capacitação dos artesãos foram encerradas, e a partir de então, os participantes foram considerados aptos ao trabalho limpo e seguro na Unidade de Referência (Figura 17).



Figura 17. Foto de formatura - Encerramento do treinamento de capacitação.

3.9 | Construção da Unidade de Referência em Tecnologias Sociais Limpas para a Arte em Pedrasabão

Paralelamente ao curso que foi ministrado, outras ações para a construção da Unidade de Referência (UR) foram articuladas.

O projeto arquitetônico, desenvolvido pelo CETEM, consta de uma edificação de um pavimento de aproximadamente 260m², em terreno de área total de 787,06 m² e de 116, 15 m de perímetro, situado na Rua Principal, sem número, em Mata dos Palmitos, distrito de Santa Rita de Ouro Preto, município de Ouro Preto.

A edificação foi projetada com tanques para decantação do material sólido, proveniente do processo a úmido, com recirculação da água de processo, gerando economia e evitando o desperdício de água. O projeto também previu a acessibilidade para deficientes físicos e possui, além de uma área específica dos equipamentos, duas salas: uma para as mulheres desenvolverem o artesanato manual, com exaustão adequada, e outra para treinamentos, cursos, encontros, reuniões dos artesãos etc.

A sede foi inaugurada em 14 de julho de 2011 (Figura 18).



Figura 18. Inauguração da Unidade de Referência.

Importante ressaltar que com esta iniciativa, outras benfeitorias locais foram realizadas pelo poder público local, como a melhoria da estrada de acesso e sinalização à comunidade, pintura e reforma da igreja local (Figura 19), construção de um campo de futebol (Figura 20) e reforma da escola municipal. Enfim, houve uma modificação positiva na paisagem sociocultural local.



Figura 19. Pintura e reforma da igreja.



Figura 20. Campo de futebol cercado.

3.10 | Estudos da Destinação - Reaproveitamento dos Resíduos

Alguns estudos foram realizados para reaproveitar os resíduos produzidos pelo artesanato em pedra-sabão a fim de dar um destino limpo para este material em função do seu potencial tóxico. A utilização como carga, em fornos siderúrgicos foi testada pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) sob a coordenação do Dr. Paulo Assis (SANTOS, 2010), e em outro trabalho, que foi premiado pela comissão do Programa de Iniciação Científica CETEM/Cnpq, estudou-se a relação da interação do polipropileno com minerais na resistência mecânica do compósito gerado, dentre os quais, o resíduo da pedra-sabão (CARVALHO, 2013).

3.11 | Outros Estudos

Como dito no princípio desta publicação, projetos desta natureza não se limitam à questões puramente técnicas, ainda que o CETEM seja uma instituição de excelência tecnológica, na área das ciências exatas. A atuação de um grupo na esfera do desenvolvimento sustentável tem que, indubitavelmente, se dispor a travar uma rede de diálogos e parcerias multidisciplinares.

Desta forma, durante a execução deste projeto, muitas observações foram feitas no cotidiano de Mata dos Palmitos que não a prioritária, por demanda dos moradores da região, como por exemplo, a questão do saneamento básico.

Na região não há coleta de lixo, nem tampouco tratamento de águas e esgoto doméstico, o quê se constitui de um agravante para o aumento de doenças na população. Assim sendo, o CETEM realizou um trabalho de análise das águas das nascentes da região que abastecem as casas, e constatou a presença de coliformes fecais e *E. Colli* em todos os pontos de coleta (procurar o trabalho da Jéssica Leite).

Outro trabalho de monografia de conclusão de curso realizado na região foi a avaliação do ciclo de vida deste empreendimento baseado na ABNT NBR ISO 14040:2009 (CORREIA, 2013).

4 | CONCLUSÃO

Após a inauguração da Unidade de Referência no ano de 2011, algumas ações foram realizadas na localidade.

Em 2012 foi fundada a ASSOCIAÇÃO DOS AGRICULTORES FAMILIARES E DE PRODUTORES DE ARTESANATO EM PEDRA SABÃO DE MATA DOS PALMITOS, sediada na Rua Principal, nº 61, em Mata dos Palmitos, subdistrito de Santa Rita, inscrita no CNPJ/MF sob o nº 16.628.959/0001-06. E com esta iniciativa, que estabelece deveres e direitos jurídicos à comunidade, outros acordos deverão ser feitos, entre a Prefeitura Municipal de Ouro Preto, CETEM, DNPM, MICAPEL e Ministério Público Estadual, com o objetivo de auxiliar os artesãos para a autonomia na gestão da Unidade de Referência em Tecnologias Sociais Limpas na Arte da Pedra-Sabão. Dentre estas ações, destacam-se:

1. Aquisição de matéria-prima legalizada a preço mais baixo do que o mercado, junto ao permissionário da lavra (MICAPEL);
2. Planejamento e encaminhamento de projetos ao Ministério Público Estadual para livre concorrência de verbas provenientes de TAC da região visando:
 - 2.1. Aquisição de maquinário para o artesanato manual desenvolvido pelas mulheres (exaustão);
 - 2.2. Aquisição de torno a úmido (ou com exaustão);
 - 2.3. Ou outras necessidades apontadas pela comunidade.
3. Comercialização do artesanato com selo de qualidade ambiental, junto às empresas do município e outras.

Com todas as ações já desenvolvidas e as vindouras, a equipe técnica envolvida neste projeto anseia por contribuir para a manutenção da herança cultural que identifica esta comunidade, de uma forma totalmente inovadora para a região, triangulando melhorias nas esferas social, de saúde e ambiental.

Futuramente pretende-se replicar este mesmo modelo construtivo, técnico e ideológico para outras localidades que pratiquem atividades congêneres.

5 | AGRADECIMENTOS

Ao IRDC, A SAMA Minerção, a Samarco Mineradora, ao SENAI – GO, a Prefeitura de Ouro Preto e a Secretaria de Meio Ambiente e ao Centro de Tecnologia Mineral pelo apoio institucional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALGRANTI, E et al. Asbestos related pleural thickening is dependently associated with lower levels of lung functions and with sortness of breath. *Inhalation Toxicology*, 2000, v. 13, p. 251-60, Supl. 3.
- BEZERRA, O. M. P. A. *Condições de vida, produção e saúde em uma comunidade de mineiros e artesãos em pedra-sabão em Ouro Preto, Minas Gerais: uma abordagem a partir da ocorrência de pneumocoliose*. 2002. 87 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- CAPITANI, e. m. Alterações pulmonares e pleurais causadas pela exposição ao asbesto: uma revisão. *Jornal de Pneumologia*, v. 20, n. 4, p. 207-218, 1994.
- CAMPOS, C.B.P, *Transformações Tecnológicas para melhoria da Saúde, do Trabalho e do Meio Ambiente na Arte da Pedra-Sabão em Mata dos Palmitos – Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil*. XV Jornada de Iniciação Científica, CETEM/CNPq 2007.
- CASTILHOS, Z.C., BEZERRA O. M.P.A, ROCHA M.H.M., PORTUGAL A. E CASTRO F.C.. In: *Gênero e trabalho infantil na pequena mineração*. Organizado por: Zuleica Carmen Castilhos, Maria Helena Machado Rocha Lima e Nuria Fernández Castro. P. 168-184, CETEM/CNPq 2006.
- CASTILHOS, Z.C., NEUMANN, R., BEZERRA O. *Exposição Ocupacional e Ambiental a Poeiras de Rochas Mineraias Industriais* In: *Rochas & Mineraias Industriais. Usos e Especificações*. Parte III, P. 961, 2ª Ed, CETEM/MCT 2008.

SÉRIES CETEM

As Séries Monográficas do CETEM são o principal material de divulgação da produção científica realizada no Centro. Até o final do ano de 2014, já foram publicados, eletronicamente e/ou impressos em papel, mais de 280 títulos, distribuídos entre as seis séries atualmente em circulação: Rochas e Minerais Industriais (SRMI), Tecnologia Mineral (STM), Tecnologia Ambiental (STA), Estudos e Documentos (SED), Gestão e Planejamento Ambiental (SGPA) e Inovação e Qualidade (SIQ). A Série Iniciação Científica consiste numa publicação eletrônica anual.

A lista das publicações poderá ser consultada em nossa homepage. As obras estão disponíveis em texto completo para download. Visite-nos em <http://www.cetem.gov.br/series>.

Últimos números da Série Tecnologia Ambiental

STA- 82 – **Aproveitamento de Resíduos Oriundos da Lavra e do Beneficiamento do Mármore Bege Bahia, visando a Geração de Compósitos Poliméricos.** Roberto Carlos da Conceição Ribeiro e Márcia Gomes de Oliveira, 2015.

Sta- 81 – **Potencial Biotecnológico do uso de Microorganismos Imobilizados em Gel de Alginato de Cálcio.** Ellen Cristine Giese, 2015.

STA-80 – **Balanço Hídrico em Coberturas Secas Utilizando Modelagem Numérica.** Mario Valente Possa, Anderson Borghetti Soares, Vicente Paulo de Souza e Paulo Sérgio Moreira Soares, 2015.

STA-79 - **Desativação de Minas.** Adão Benvindo da Luz e João Alves Sampaio, 2015.

INFORMAÇÕES GERAIS

CETEM – Centro de Tecnologia Mineral
Avenida Pedro Calmon, 900 – Cidade Universitária
21941-908 – Rio de Janeiro – RJ

Geral: (21) 3865-7222

Biblioteca: (21) 3865-7218 ou 3865-7233

Telefax: (21) 2260-2837

E-mail: biblioteca@cetem.gov.br

Homepage: <http://www.cetem.gov.br>

NOVAS PUBLICAÇÕES

Se você se interessar por um número maior de exemplares ou outro título de uma das nossas publicações, entre em contato com a nossa biblioteca no endereço acima.

Solicita-se permuta.

We ask for interchange.