

Inovação tecnológica como agente de redução de impactos ambientais da indústria de rochas ornamentais no estado do Rio de Janeiro

Technological innovation as an agent for reducing the environmental impacts of the ornamental stone industry in the State of Rio de Janeiro

Romeu Silva Neto
Bruno dos Santos Silvestre

Resumo

A indústria de rochas ornamentais da região noroeste fluminense constitui um arranjo produtivo local de grande importância econômica. Entretanto, as empresas fazem uso de técnicas rudimentares em seus processos produtivos, o que causa sérios problemas ambientais e de competitividade. Cientes de que a principal dificuldade enfrentada por esta indústria está relacionada com a ausência de tecnologias, governo, universidades e organizações da sociedade civil têm tentado desenvolver e difundir tecnologias. O objetivo deste trabalho de pesquisa é identificar e descrever os fatores que impedem a difusão de tecnologia neste arranjo produtivo. Foram realizados múltiplos estudos de caso de caráter exploratório, descritivo e explicativo, nos quais foram utilizadas múltiplas fontes de evidência, tais como revisão bibliográfica, entrevistas semi-estruturadas com empresários e profissionais do setor, além de visitas técnicas a empresas locais. Os resultados apontam para dificuldades na difusão dessas tecnologias, especialmente para as pequenas empresas, tais como baixa qualificação de empresários e trabalhadores, resistência a mudanças dentro das empresas, e dificuldade de articulação, já que, atualmente, existe disponibilidade de recursos financeiros e apoio institucional para a inovação.

Palavras-chave: Inovação tecnológica. Impactos ambientais. Indústria de rochas ornamentais.

Abstract

The industry of ornamental stones of the northwest region of the Rio de Janeiro State is a Local Productive Arrangement of significant economic importance. Despite this fact, companies make use of rudimentary techniques that cause serious environmental and competitiveness problems. Aware of the fact that the main difficulty that this industry faced in the past was the lack of appropriate technology, many research, government and civil society organizations have been striving to develop and disseminate technologies. The aim of this study is to identify and describe the factors that hinder the process of dissemination of each of the technologies developed for this local industry. Explanatory, descriptive and explanatory multiple case studies were carried out, in which multiple sources of evidence were used, such as literature review, semi-structured interviews with entrepreneurs and industry professionals, and technical visits to local companies. The results pointed out hindrances to the dissemination of such technologies, especially for small firms, such as: lack of qualification of entrepreneurs and workforce, resistance to change within the companies, and difficulties in terms of articulation, since financial resources and institutional support for innovation are widely available.

Keywords: Technological innovation. Environmental impacts. Ornamental stone industry.

Romeu Silva Neto
Instituto Federal Fluminense
Campos dos Goytacazes - RJ - Brasil

Bruno dos Santos Silvestre
University Of Winnipeg
Winnipeg - Canada

Recebido em 18/09/12
Aceito em 26/08/13

Introdução

A exploração das rochas ornamentais por micro e pequenas empresas na região na região noroeste fluminense, mais especificamente nos municípios de Pirapetinga, Miracema, Cambuci e Santo Antônio de Pádua, configura-se como um importante arranjo produtivo local (APL). Atualmente, esse setor é formado por cerca de 170 empresas, que são responsáveis por aproximadamente 5 mil postos de trabalhos diretos e indiretos na região, considerada como a mais pobre do Estado do Rio de Janeiro.

Apesar da força econômica do setor, as operações de lavra e corte, na maioria das empresas (grande parte de micro e pequeno porte), fazem uso de técnicas simples e mesmo rudimentares, o que ocasiona muitos problemas, tais como desmonte ineficiente na lavra com altos custos e elevadas perdas de materiais, falta de segurança para o trabalhador e importantes impactos no meio ambiente (remoção de vegetação nativa, movimentação desnecessária de grandes quantidades de solo, disposição incorreta dos botaforas, lançamento de lamas de serraria com sólidos em suspensão nos cursos de água, entre outros) (PEITER, 2000). Essa situação permanece até os dias atuais.

De acordo com Sachs (1986), o entendimento do desenvolvimento sustentável está associado a cinco dimensões: a social, a econômica, a ecológica ou ambiental, a espacial e a cultural. A literatura afirma que a mudança de paradigma social, econômico, ambiental, espacial e cultural é uma condição necessária para a implantação exitosa do desenvolvimento sustentável (SACHS, 1986). Nesse sentido, as atividades de exploração e produção de rochas ornamentais, na busca do desenvolvimento regional, não podem ser objeto de destaque apenas em função de sua importância econômica e social. Faz-se necessária a priorização das questões ambiental e espacial, para que a atividade contribua para o desenvolvimento sustentável da região.

De acordo com Grigoletti e Sattler (2003, p. 20), para o

[...] setor da construção civil, apontado como um dos setores da economia que maior impacto gera sobre o ambiente natural, a Agenda 21 on Sustainable Construction e a Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries procuram definir quais questões são relevantes e que mudanças e estratégias podem ser adotadas para o desenvolvimento sustentável deste setor [...].

Para os autores, esses documentos têm o foco voltado para os impactos da construção civil na dimensão ambiental e social, tais como a geração de empregos, renda e condições de trabalho.

A literatura é clara em relatar que ainda existem poucas pesquisas relacionadas aos materiais de construção com foco em seus impactos ambientais e sociais, e esclarece que a avaliação ambiental e social dos materiais de construção é crucial para o objetivo maior do desenvolvimento sustentável (GRIGOLETTI; SATTLER, 2003).

Cientes da importância dessa questão e de que os principais problemas enfrentados pelo setor de rochas ornamentais estiveram relacionados com a ausência de tecnologias para a extração e beneficiamento das rochas, diversas instituições de pesquisa, governos e a sociedade civil organizada têm-se mobilizado no sentido de se encontrar soluções e de desenvolverem-se tecnologias que minimizem os problemas do setor.

A partir de 1990, até os dias atuais, não foram poucas as intervenções das instituições da região e do Estado, de forma articulada ou não, no sentido de desenvolverem-se tecnologias aplicáveis ao setor. Muitas dessas tecnologias podem ser consideradas como tendo obtido sucesso por terem contribuído para minimizar os problemas do setor.

Entretanto, em que pese o enorme esforço do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), conforme descrito por Guerra e Vidal (2009), o grande desafio das instituições de pesquisa, governos e da sociedade civil organizada é fazer com que essas tecnologias cheguem à maioria das micro e pequenas empresas, ou seja, que a difusão da tecnologia seja feita de forma eficiente.

Nesse sentido, o problema de pesquisa deste trabalho é: diante do desenvolvimento e disponibilidade de diversas tecnologias específicas para a minimização dos problemas do setor de rochas ornamentais, por que não se observa um progresso generalizado e uma elevação do patamar tecnológico das empresas, com elevação da

produtividade nos processos de extração e beneficiamento, com melhoria da qualidade dos produtos, com aumento da competitividade das empresas e com a minimização dos impactos ambientais da atividade?

Assim, a partir do exposto, o objetivo geral deste trabalho é identificar e descrever os fatores que impedem essa difusão tecnológica, inviabilizando que tecnologias disponíveis cheguem às micro e pequenas empresas do setor.

Como objetivos específicos, este trabalho pretende descrever os processos tradicionais de extração e beneficiamento das rochas ornamentais na região, identificando os principais problemas, em especial os ambientais, em todos os estágios da cadeia produtiva; e identificar e descrever as principais inovações tecnológicas e seus impactos no setor, bem como as formas de articulação das instituições para se chegar a elas.

Metodologia da pesquisa

Em princípio, a pesquisa teve um caráter exploratório. Segundo Gil (1999), a pesquisa exploratória visa proporcionar uma visão geral acerca de determinado fato, especialmente em temas pouco explorados. No caso deste trabalho, em função da pouca exploração dos problemas da cadeia produtiva das rochas ornamentais, fez-se necessário realizar diversas visitas técnicas a empresas e entrevistas com empresários e profissionais do setor, bem como com profissionais das instituições de apoio, no sentido de se identificarem os principais problemas do setor e as principais ações de apoio desenvolvidas. Também nesse sentido fez-se necessária uma ampla pesquisa bibliográfica das publicações especializadas sobre o tema.

A pesquisa teve também um caráter mais descritivo na medida em que passou a buscar descrever os processos produtivos das empresas e seus problemas, bem como as tecnologias desenvolvidas e seus impactos sobre o setor. A pesquisa passou a ter um caráter explicativo quando passou a buscar explicar as dificuldades de difusão das tecnologias nas diversas empresas do setor.

O trabalho teve como delineamento a pesquisa bibliográfica de artigos técnicos, em anais de congressos e periódicos especializados, bem como a documental, nas instituições de apoio ao setor, como o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae), o Centro de Tecnologia Mineral (Cetem), o Departamento de

Recursos Minerais do Estado do Rio de Janeiro (DRM-RJ), a Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Energia, Indústria e Serviços do Estado do Rio de Janeiro (Sedeis), a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (Faperj), o Instituto Federal Fluminense (IFF) e, em especial, o Sindicato das Empresas de Rochas Ornamentais de Santo Antônio de Pádua (Sindgnaisses), em função de sua importante atuação na articulação dos agentes de apoio com as empresas da região. Foram realizadas entrevistas com profissionais de cada uma das instituições de apoio listadas. Também foram realizadas visitas técnicas e desenvolvidos estudos de casos múltiplos em dez empresas da região, com a realização de vinte entrevistas semiestruturadas com empresários e trabalhadores do setor e com a captação de imagens das atividades e dos problemas ambientais dos processos produtivos.

Impactos ambientais da exploração e produção de rochas ornamentais

Processos tradicionais de extração e beneficiamento

Os tradicionais processos de extração e beneficiamento de pedras para a produção de rochas ornamentais na região, que continuam a existir até mesmo naquelas que já conseguiram adquirir novos equipamentos e implementar inovações, são ainda bastante artesanais e muito pouco mecanizados.

Conforme se pode observar na Figura 1, a primeira atividade desse processo é a extração dos blocos de pedra nas jazidas.

A tecnologia básica utilizada na extração, pela maioria das empresas, compreende a liberação de blocos de pedra por explosão nos maciços, o que é realizado, muitas vezes, de forma rudimentar (por tentativa e erro). Esse processo acaba reduzindo o valor econômico dos blocos, porque eles apresentam cortes não uniformes e trincas, além de provocar graves danos ambientais.

Em um segundo estágio da extração, o operário, com uma ponteira e uma marreta, retira pequenos blocos de 50 cm x 50 cm x 40 cm de espessura dos grandes blocos liberados (Figura 2). Após a extração desses pequenos blocos, eles são “fatiados” artesanalmente em placas, com marreta e ponteira, pelos operários, conforme pode ser observado na Figura 3.

Figura 1 - Processos de extração e beneficiamento de rochas ornamentais no município de Santo Antônio de Pádua

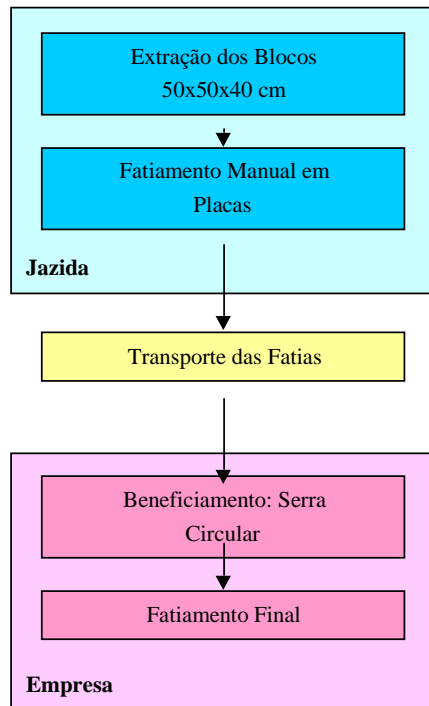


Figura 2 - Ponteamento manual para retirada do bloco



Figura 3 - Fatiamento artesanal do bloco



As placas de pedra, então, são transportadas de caminhão para as empresas de beneficiamento, onde são cortadas por pequenas serras circulares de corte, providas de disco diamantado, nas dimensões finais das rochas ornamentais (Figura 4). Por fim, essas pequenas placas são novamente “fatiadas” manualmente (Figura 5), obtendo-se, finalmente, o produto final, as placas de rochas ornamentais.

Ao fim desse processo de beneficiamento, os produtos normalmente comercializados são:

- (a) placa ou lajota, de (47x47x4) cm;
- (b) bloquinho, de (23x11,5x4) cm; e
- (c) lajotinha ou lajinha, de (23x11,5x1,5) cm ou de (11,5x11,5x1,5) cm.

Problemas ambientais provocados pelos processos tradicionais

Em função da baixa tecnologia empregada nos processos descritos, a perda de matéria-prima é muito alta. Na extração, essa perda chega a 30%. Além do prejuízo econômico, a perda, neste ponto do processo, constitui-se num problema ambiental irreversível e de grave impacto (Figura 6). Uma vez extraídas as pedras, a área da jazida fica sem qualquer alternativa de reutilização, visto que os resíduos do processo de extração ficam espalhados por toda a área.

De acordo com Peiter *et al.* (2003), esse problema é recorrente em toda a região, pois não se observa nenhum planejamento da lavra, nem da produção das pedreiras pelos empresários. O simples fato de encontrarem um afloramento rochoso é motivo

para o desencadeamento do processo de retirada do capeamento e desmonte do maciço, surgindo, assim, mais uma nova pedreira.

No beneficiamento, o problema apresenta-se ainda maior. A perda de matéria-prima chega a 50%. O resultado desse problema está ilustrado na Figura 7, onde um homem encontra-se ao lado de um depósito irregular de resíduos resultantes de apenas cinco máquinas ao longo de 1 ano. A partir das visitas técnicas realizadas em dez empresas da região e das entrevistas realizadas com os empresários e trabalhadores dessas empresas, estima-se que, no município, existam 200 serras circulares operando legal e ilegalmente e que cada serra circular gere em média 20 m³ de resíduos por mês. Esses equipamentos podem gerar, então, até 48.000 m³ de resíduos por ano na região.

Também no beneficiamento, além do desperdício de matéria-prima, observa-se a liberação do pó de pedra, resultante do corte da pedra na serra circular. Esse pó de pedra, de granulometria muito fina, tem sido indevidamente descartado junto com a água utilizada no processo, em forma de uma lama.

Segundo Ribeiro, Correia e Seidl (2005), essa lama é geralmente constituída de água, de gralha, de cal e de rocha moída (aluminossilicatos, feldspato e quartzo), que, após o processo de corte, são lançadas no meio ambiente. Após a evaporação da água, o pó resultante se espalha, contaminando o ar e os recursos hídricos. Em alguns casos, a lama chega a ser canalizada diretamente para os rios e lagos, caracterizando-se como um grave problema ambiental.

Figura 4 - Corte das placas de pedras



Figura 5 - Fatiamento final das placas



Figura 6 - Desperdício de matéria-prima e poluição ambiental na extração



Figura 7 - Desperdício de matéria-prima e poluição ambiental no beneficiamento



Esses graves e recorrentes problemas ambientais despertaram a atenção das autoridades, que, a partir dos anos 1990, apoiaram-se nas leis ambientais para multar e fechar serrarias e pedreiras que lançavam esses rejeitos de forma não apropriada no meio ambiente. Paralelamente, universidades e centros de pesquisa e tecnologia intensificaram os esforços no sentido de disponibilizar tecnologias que ajudassem as empresas do setor a ser mais competitivas e menos poluentes.

Inovações tecnológicas no setor e seus benefícios

O processo de reconhecimento e apoio ao produtor de rochas ornamentais da região noroeste fluminense teve início no final da década de 80, por iniciativa do Departamento de Recursos Minerais do Estado do Rio de Janeiro (DRM-RJ).

Nesse período, a atuação desarticulada das instituições e do governo, no local, não colaborava para a minimização dos problemas do setor. Assim, a implementação de inovações tecnológicas foi tímida até meados dos anos 1990.

Nessa época, o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae-RJ) e a Associação de Empresas de Pedras Decorativas (AEPD) conseguiram firmar um contrato com o Centro de Tecnologia Mineral (Cetem) para tentar solucionar os problemas das empresas da região (ALMEIDA *et al.*, 2001).

A partir dos problemas diagnosticados, o Cetem desenvolveu trabalhos para a melhoria da produção nas pedreiras. A assistência técnica fornecida esteve relacionada com as práticas para manuseio, armazenamento, transporte e uso de explosivos, com as normas de higiene e segurança de trabalho e com a orientação para um uso mais racional de matéria-prima local (PEITER, 2000).

Essas ações tiveram continuidade no projeto Rede de Tecnologia Mineral (Retecmin). De acordo com Silva e Margueron (2002), a Retecmin foi uma rede cooperativa de tecnologia para “Apoio ao Setor Produtivo de Pedras Ornamentais no Estado do Rio de Janeiro”, da qual participaram as seguintes entidades:

- (a) o DRM, que atuou na legalização e meio ambiente; o Instituto Nacional de Tecnologia (INT), que executou os ensaios nos materiais da região;
- (b) a Universidade Estadual Norte Fluminense (UENF), que tentou desenvolver novas tecnologias para lavra;

- (c) a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), que executou o mapeamento das principais serras da região;
- (d) o Cetem, que coordenou o projeto e propôs novas utilizações para o rejeito, assim como melhorias na lavra;
- (e) a Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (Firjan), que coordenou a colaboração dos empresários; e
- (f) o Senai-RJ, que desenvolveu treinamento de pessoal.

Assim, a partir dessa articulação e da atuação de outras instituições, diversas pesquisas passaram a ser desenvolvidas com vistas a encontrar uma alternativa viável para o aproveitamento dos resíduos da extração e do beneficiamento das rochas ornamentais e para o aumento da competitividade das empresas. As mesmas apresentam-se descritas nos itens a seguir.

Separação de sólidos finos

Um dos primeiros e mais importantes projetos, dentro das ações da Retecmin, foi o estudo para separação de sólidos finos e seu uso em argamassas na construção civil (CARVALHO *et al.*, 2002), uma tecnologia desenvolvida pelo Cetem.

Na primeira etapa do projeto, o Cetem elaborou um sistema de tratamento de rejeitos líquidos para evitar que efluentes fossem despejados nos rios do município de Santo Antônio de Pádua. Nessa primeira etapa, segundo Peiter (2000), a Retecmin conseguiu ser bem-sucedida, ao estabelecer um processo simples e barato para captar, limpar e reciclar a água das serrarias – as unidades de tratamento de efluentes, também chamados de tanques de decantação (Figura 8). Ao todo, com o apoio da Retecmin, foram construídas, pelas próprias serrarias, outras 47 unidades de tratamento de lama de serraria, com a supervisão de técnicos do Cetem.

Cabe salientar que a ampla adesão de empresários à construção dos tanques de decantação se deveu a um termo de ajustamento de conduta (TAC) com o Ministério Público, que os obrigou a produzir sem lançar os resíduos nos corpos d’água.

Na segunda etapa do referido projeto, os pesquisadores estudaram alternativas para a utilização dos rejeitos sólidos finos. Os resultados mostraram que os finos de gnaíse poderiam substituir a cal na produção de argamassa, alternativa que foi desenvolvida pelo Cetem em conjunto com a UENF. A pesquisa gerou uma inovação, que resultou em patente.

A visibilidade do projeto das unidades de tratamento de efluentes, desenvolvido em Santo Antônio de Pádua, pela Retecmin, permitiu que novos recursos fossem alcançados pela equipe gestora no sentido de apoiar a continuação dos trabalhos técnicos.

Em uma primeira instância, conseguiu-se aprovar uma proposta de apoio do Fundo Mineral do Governo Federal (Ministério da Ciência e Tecnologia). Esses recursos possibilitaram a execução do projeto técnico e estudo de viabilidade econômica da implantação de uma fábrica de argamassa, que visava consumir toda a lama das serrarias de Pádua.

Os estudos demonstraram a viabilidade técnica e econômica do empreendimento, e geraram grande interesse da comunidade e do poder público, em função da possibilidade de poder contribuir para a

despoluição do Rio Pomba, comumente atingido por desastres ambientais (PEITER, 2000).

Assim, demonstrada a viabilidade econômica e com o apoio financeiro do Investrio, do Governo Estadual, as instituições conseguiram convencer um grupo privado da região, o Grupo Mil, a investir na construção da fábrica de argamassa Argamil, que funciona até hoje coletando os resíduos finos de diversas serrarias e os transformando em argamassa (Figura 9).

Utilização de gnaiss fino em massa cerâmica para telhas

Também com base na preocupação com a reutilização de rejeitos de serrarias apresentada anteriormente, e dentro do âmbito de atuação da Retecmin, surgiu a proposta de utilização do pó da pedra na massa cerâmica para a produção de telhas.

Figura 8 - Unidade de tratamento de efluentes (tanques de decantação) em uma empresa da região



Figura 9 - Fabrica de argamassa Argamil, em Santo Antônio de Pádua, RJ



O trabalho de Vieira *et al.* (2006) visou avaliar o efeito da substituição de areia por um gnaisse de granulometria fina, tido como resíduo no processo de beneficiamento, em uma massa de cerâmica vermelha utilizada para fabricação de telhas. Os resultados das análises permitiram concluir que:

- (a) a utilização do gnaisse fino não alterou a trabalhabilidade da massa cerâmica industrial; e
- (b) devido a sua granulometria fina, em comparação com a areia, o gnaisse fino aumentou a resistência mecânica da cerâmica, em todas as temperaturas investigadas.

Assim, os resultados demonstraram que o gnaisse fino pode ser facilmente utilizado na composição de massa de cerâmica vermelha. O efeito benéfico na resistência mecânica da cerâmica é a principal justificativa para sua utilização, em substituição à areia.

Utilização de rejeitos de serrarias na produção de concreto asfáltico

Ainda com base na preocupação com a reutilização de rejeitos de serrarias, apresentados anteriormente, mas fora do âmbito de atuação da Retecmin, surgiu a proposta de utilização desse abundante rejeito mineral na produção de asfalto.

Segundo Elphingstone (1997) e Franquet (1999¹ *apud* RIBEIRO; CORREIA; SEIDL, 2005), o concreto asfáltico utilizado em pavimentação é constituído, geralmente, por 95% de agregados minerais (geralmente britas de basalto e areia) e 5% de cimentos asfálticos de petróleo (CAP).

Na pavimentação asfáltica, o CAP tem função de ligante, ficando responsável pela aglutinação dos agregados minerais. Estes, por sua vez, são responsáveis por suportar o peso do tráfego e oferecer estabilidade mecânica ao pavimento.

Entre os agregados minerais mais utilizados, podemos citar a areia, o pedregulho, a pedra britada, a escória e o fíler. Por representarem mais de 95% da composição do concreto asfáltico, os agregados minerais devem ser extraídos da natureza e beneficiados, sendo os responsáveis pela maior parcela de custo do asfalto produzido (LEITE *et al.*, 2002² *apud* RIBEIRO; CORREIA; SEIDL, 2005).

Baseada nessas considerações, a iniciativa do projeto visou substituir os agregados minerais que constituem o concreto asfáltico por rejeitos gerados na extração e beneficiamento de rochas ornamentais a partir de seu britamento e peneiramento. Dessa forma, pretendia-se reduzir os custos da produção e, principalmente, reduzir o impacto ambiental causado por esses rejeitos.

Os resultados do projeto indicaram que o rejeito mineral produzido pelas pedreiras e serrarias de rochas ornamentais da região de Santo Antônio de Pádua poderia ser utilizado em pavimentação asfáltica, em substituição aos agregados comumente utilizados, reduzindo-se, dessa forma, o custo do pavimento e contribuindo-se com as tecnologias mais limpas.

Usina de brita a partir da britagem dos rejeitos das pedreiras e serrarias

A partir da constatação da viabilidade da utilização dos resíduos britados para a construção civil e para a produção de concreto asfáltico, em 2010, com o apoio do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai) e com recursos da Faperj, foi construída uma usina de britagem (Figura 10).

De acordo com Almeida *et al.* (2001), a usina tem capacidade de 10 m³/h, que, operando 10 horas/dia durante 300 dias/ano, tem capacidade anual de 300 x 10 x 10 = 30.000 m³/ano.

Figura 10 - Usina de britagem



¹ FRANQUET, P. F. Adhesividad y Activación. *Revista Técnica de la Asociación Española de la Carretera*, p. 48-57, 1999.

² LEITE, L. F. M. *et al.* Comportamento Mecânico de Misturas Asfálticas. Rio de Janeiro, 2002. Relatório Técnico, CENPS.

Os rejeitos provenientes da lavra/serraria são estocados em uma pilha de alimentação. Uma pá carregadeira faz o transporte do material da pilha para a calha vibratória. A seguir, o material é alimentado em um britador de mandíbulas Faco 4230. Após a britagem, o material cai em um transportador de correia (TC), que o leva a uma peneira vibratória com tela de 1". O material retido em 1", através de um TC, alimenta um britador de mandíbulas Faco 8013. O material britado, através de um TC, retorna à peneira vibratória (tela de 1"), fechando o circuito de britagem secundário.

Todo o material abaixo de 1" cai em um TC, que alimenta uma peneira vibratória com duas telas, 1/2" e 4,8 mm. Obtêm-se, então, três tipos de materiais de granulometrias diferentes:

- (a) fração – 1" + 1/2" (brita 2);
- (b) fração – 1/2" + 4,8 mm (brita 1); e
- (c) fração – 4,8 mm (pó de pedra).

A brita 2 pode ser usada, principalmente, em concreto de cimento Portland e em concreto asfáltico; a brita 1, em concreto de cimento Portland, concreto asfáltico e pré-moldados; e o pó de pedra, na produção de argamassas e de pré-moldados.

Pórtico rolante, a pinça hidráulica e a serra ponte

Outra intervenção pública importante aconteceu no final dos anos 1990, quando a então Escola Técnica Federal de Campos (ETFC), hoje Instituto Federal Fluminense (IFF), com o apoio das entidades Sebrae e Finep, através do Programa de Apoio Tecnológico a Micro e Pequenas Empresas (Patme), desenvolveu, para um consórcio de empresários, um conjunto de equipamentos que permitiram a proposição de um novo leiaute e um novo arranjo físico para a descarga dos blocos retirados das jazidas e movimentação para o beneficiamento nas serrarias.

O primeiro dos equipamentos foi o pórtico rolante, um equipamento que tem a finalidade de retirar os blocos de pedras do caminhão e realizar a movimentação de cargas nos sentidos transversal, longitudinal e vertical (Figura 11). De acordo com Silva Neto (1990), o equipamento é composto de uma viga principal e duas colunas de sustentação que se apoiam sobre trens de movimentação motorizados, que, por sua vez, correm longitudinalmente sobre trilhos especialmente construídos para esse fim. Em sua viga principal está instalada uma talha elétrica, que tem a finalidade de, com a ajuda da pinça hidráulica, içar verticalmente o bloco de pedra e fazer sua movimentação no sentido transversal.

Figura 11 - Pórtico rolante



Figura 12 - Pinça hidráulica



Para projetar esse pórtico rolante, de forma a atender aos requisitos técnicos da descarga e corte de blocos de pedras decorativas, foi necessário desenvolver uma inovação tecnológica, a “*pinça hidráulica*”, um mecanismo que possibilitasse a descarga do bloco de pedra de grandes dimensões.

Ainda segundo Silva Neto (1990), a pinça hidráulica (Figura 12) foi um equipamento, inédito na época, desenvolvido com a finalidade de içar e girar blocos de pedra de dimensões de até 2 m (largura) x 1 m (comprimento) x 40 cm (espessura), com até 5 t. É constituída por uma viga principal e duas “mandíbulas” móveis acionadas por cilíndricos hidráulicos, que fazem a fixação (compressão) do bloco e, adicionalmente, têm a capacidade de fazer um movimento rotacional através de um motor hidráulico.

Ainda na serraria, outra inovação adotada pelo consórcio de empresas foi a importação de uma serra circular de alta precisão (Figura 13), também chamada de serra ponte, que tem capacidade para receber e cortar blocos de pedra de grandes dimensões (SILVA NETO, 1990).

Com a implantação desses equipamentos, o processo completo de extração e beneficiamento foi revolucionado, pois a retirada dos blocos dos caminhões e sua colocação na serra ponte, pela pinça hidráulica, permitiu que as empresas colhessem vantagens, além do beneficiamento, também na extração.

Assim, a extração passou a ser feita com martelotes pneumáticos, e os blocos retirados passaram a ser bem maiores, podendo chegar a 2 m x 1,05 m x 40 cm, quando, então, eram transportados inteiros para beneficiamento na fábrica. Eliminou-se, então, nesse ponto, o “fatiamento” artesanal dos pequenos blocos na pedreira, mostrado na Figura 4, responsável por grande parte da perda. Desse modo, as perdas na extração diminuíram significativamente, e a produtividade aumentou consideravelmente. O impacto ambiental da extração foi, assim, reduzido significativamente.

Britador móvel

Outra iniciativa do IFF, esta de 2011, foi o desenvolvimento do britador móvel, também com recursos da Faperj, por meio do Edital de Inovação Tecnológica 2010. Segundo Silva Neto (2012), o projeto se propôs a conceber, projetar e construir uma britadeira móvel com capacidade de processar os resíduos, tanto do processo de extração da matéria-prima, como do beneficiamento/corte das pedras, atendendo-se às características técnicas das

rochas da região e visando produzir materiais para a pavimentação de estradas vicinais da região.

Sobre um chassi, foi disposto um conjunto de equipamentos para o processo de britamento. Nesse processo, os resíduos/rochas entram em um alimentador vibratório, que alimenta, de forma constante, um britador de mandíbulas. Esse material britado cai em uma correia transportadora e segue para o caminhão, para ser transportado para o local de utilização (Figuras 14 e 15).

A grande vantagem do britador móvel em relação à usina de brita é que o equipamento pode se deslocar até os locais onde estão dispostos os resíduos e fazer a britagem nesses mesmos locais, dispondo-os próximos ao local de uso final, o que minimiza os custos de transporte.

Na usina de brita, ao contrário, os custos de transporte são elevados, uma vez que os caminhões têm de se deslocar até os locais dos resíduos, para coletá-los, levá-los ao sistema de britagem e, depois, levar o material britado para o local de utilização.

Em 2012, o britador móvel encontrava-se à disposição da Prefeitura Municipal de Santo Antônio de Pádua, com a finalidade principal de produzir material para a pavimentação de estradas vicinais da região, conforme mostrado nas Figuras 16 e 17, a seguir.

Máquina de abrir lajinhas

Este projeto foi outra iniciativa do IFF, também com recursos da Faperj, por meio do Edital de Inovação Tecnológica 2011, que se propõe a conceber, projetar e construir uma “máquina de acionamento hidráulico, para abrir blocos de rochas ornamentais”, visando ao aumento da produtividade, à redução de desperdícios e ao aumento da qualidade dos produtos finais das indústrias de rochas ornamentais (SILVA NETO, 2011).

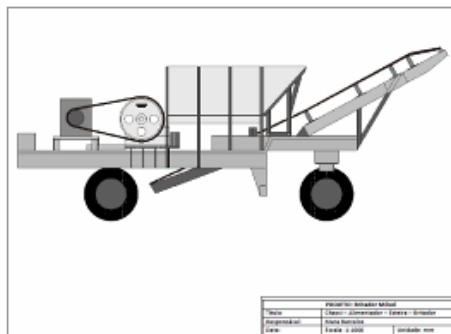
A ideia foi, segundo o referido autor, a partir de tecnologias já existentes em outros países, como na Itália, por exemplo (Figura 18), utilizar os princípios de equipamentos já existentes para processar os materiais da região. O equipamento, adaptado às características do processo de produção da região, está apresentado na Figura 19.

O equipamento possui um sistema hidráulico que controla a pressão da mandíbula, que fatia o bloco em lajinhas. Foi projetado, também, um sistema de alimentação que leva o bloco até a mandíbula, garantindo o espaçamento correto do fatiamento, o que permite a produção de lajinhas sempre da mesma espessura.

Figura 13 - Corte dos blocos com a serra circular



Figura 14 - Vista lateral do projeto do britador móvel



Fonte: Silva Neto (2012).

Figura 15 - Britador móvel



Fonte: Silva Neto (2012).

Figura 16 - Utilização de resíduos da indústria de rochas ornamentais em estradas vicinais



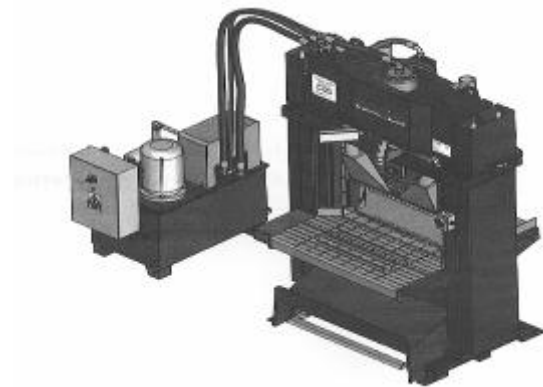
Fonte: Silva Neto (2012).

Figura 17 - Estrada vicinal com resíduo da indústria de rochas ornamentais, após utilização dos agregados de menor granulometria



Fonte: Silva Neto (2012).

Figura 18 - Máquina de abrir lajinha (a ser projetada com adaptações para o material da região)



Fonte: Silva Neto (2011).

Figura 19 - Máquina de acionamento hidráulico, para abrir blocos de rochas ornamentais



Fonte: Silva Neto (2012).

Esse equipamento é considerado pelos empresários como a mais importante inovação para o setor, pois o principal problema enfrentado pelas empresas, atualmente, é a falta de trabalhadores especializados na abertura dos blocos em lajinhas (Figura 5). Segundo os próprios empresários, essa atividade, historicamente, era feita por jovens que,

desde cedo, aprendiam o ofício. Entretanto, com a intensificação da fiscalização do Ministério do Trabalho nas empresas acerca do trabalho infantil, esse “treinamento” de jovens ficou impossibilitado, o que ocasionou escassez de trabalhadores especializados na atividade de abrir blocos em lajinhas.

É justamente nessa atividade final da cadeia produtiva, ou seja, no fatiamento final das placas, que se encontra o principal problema de qualidade e produtividade do processo de produção das rochas ornamentais. O padrão de lajinhas para exportação está representado na Figura 20, enquanto o tipo tradicional, na Figura 21.

A partir do exposto, observa-se que não são poucas as inovações tecnológicas disponíveis para utilização das empresas do APL de rochas ornamentais. A Figura 22, abaixo, sintetiza as tecnologias e as relaciona com as fases dos processos produtivos.

Inovação tecnológica como agente de redução de impactos ambientais na indústria de rochas ornamentais

Conforme apresentado anteriormente, a indústria de rochas ornamentais na região noroeste fluminense é um importante APL do Estado do Rio de Janeiro. Lastres e Cassiolato (2005, p. 5) definem um APL como uma “[...] aglomeração territorial de agentes econômicos, políticos e

sociais – com foco em um conjunto específico de atividades econômicas – que apresentam vínculos, mesmo que incipientes [...]”. Segundo os autores, na maior parte das vezes, nos APLs, ocorre a participação e a interação das firmas ali localizadas e suas diferentes formas de representação e associação. Quando um arranjo produtivo evolui para uma relação de interdependência e constante articulação, que resultam em colaboração e aprendizagem, com potencial de gerar inovações, ganho de competitividade e maior desenvolvimento local, Lastres e Cassiolato (2005), então, os denomina sistema produtivo e inovativo local (SPIL).

A literatura brasileira apresenta casos interessantes em que a colaboração entre empresas na mesma região resultou em ampla colaboração e inovações endógenas lideradas por empresas locais. Alguns exemplos podem ser citados, tais como Silvestre e Dalcol (2007; 2008) e Hall *et al.* (2011). No entanto, embora vários esforços tenham sido desenvolvidos, conforme visto anteriormente, no caso de Pádua, o APL ainda não se configura como um SPIL, uma vez que o sistema de governança não é cooperativo.

Figura 20 - Lajinha do tipo exportação



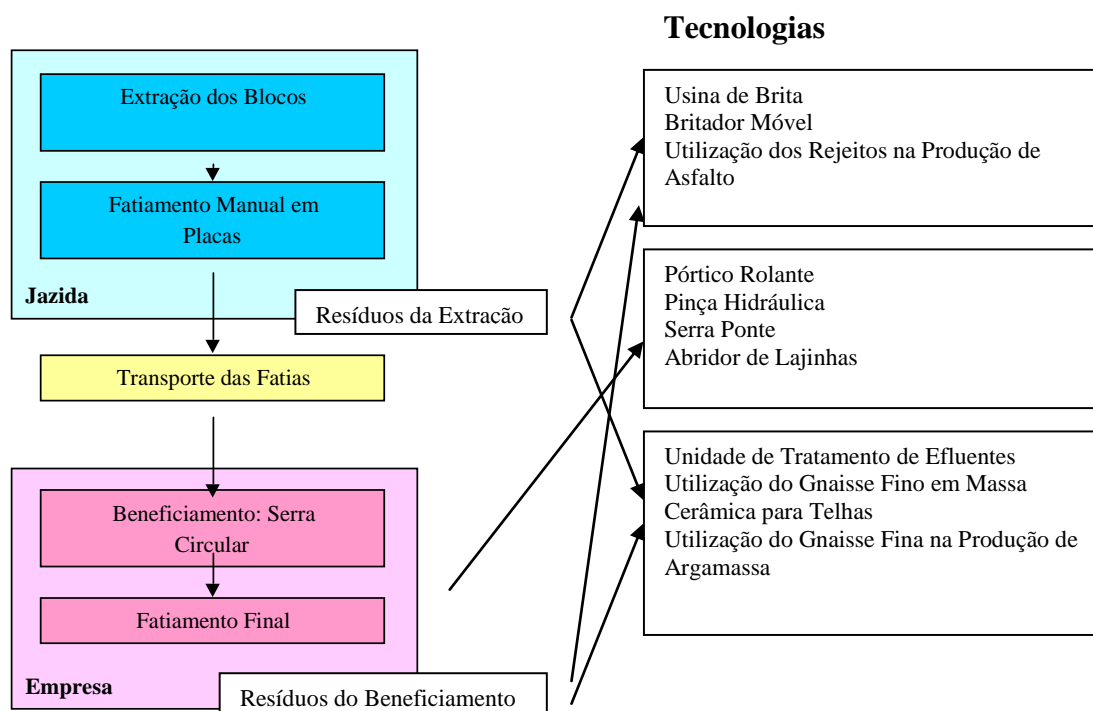
Fonte: Silva Neto (2011).

Figura 21 - Lajinha do tipo tradicional



Fonte: Silva Neto (2011).

Figura 22 - Inovações tecnológicas na indústria de rochas ornamentais



A difusão tecnológica, por sua vez, pode ser conceituada como o “[...] processo pelo qual uma inovação é comunicada, através de certos canais, ao longo do tempo, aos membros de um sistema social [...]” (ROGERS, 1995, p. 11). Porém, conforme afirma Tigre (2006, p. 73), “[...] os processos de inovação e difusão não podem ser totalmente separados, pois em muitos casos a difusão contribui para o processo de inovação [...]”. Essa difusão da inovação só acontece em ambientes onde existam trocas de conhecimentos entre os atores e onde o aprendizado se configure como um objetivo comum (SILVESTRE; DALCOL, 2009; HALL *et al.*, 2012).

Para alcançar os objetivos deste trabalho, faz-se importante identificar quais fatores impedem a difusão das inovações no APL de rochas ornamentais de Santo Antônio de Pádua. O Quadro 1 destaca os principais obstáculos à difusão tecnológica, segundo o Manual de Oslo (ORGANIZAÇÃO..., 2005).

Apesar de todo o esforço das instituições em desenvolver tecnologias para a minimização dos problemas do setor, observa-se que estas não se encontram amplamente difundidas pela região, conforme se pode observar no Quadro 2, em que os principais obstáculos a sua implementação são destacados.

Os resultados das análises realizadas mostraram que os principais obstáculos à difusão de

tecnologia no setor foram os fatores da empresa, especialmente a falta de pessoal qualificado, a falta de informações sobre o mercado e a resistência a mudanças na empresa. Em alguns casos, o fator econômico “muito caro” também foi uma barreira para a difusão, mas, por causa da disponibilidade de várias linhas de crédito para empresários, esse fator não pode ser considerado determinante. Outro fator importante identificado foi a dificuldade de articulação das empresas com instituições de pesquisa.

Considerações finais

Acredita-se que, se as inovações tecnológicas apresentadas neste trabalho forem devidamente difundidas para as empresas do setor de rochas ornamentais da região noroeste fluminense, será possível redesenhar os processos produtivos atuais, permitindo-se atingir avanços significativos na qualidade, produtividade e competitividade do setor, com impactos positivos nas consequências ambientais das atividades produtivas. No entanto, grandes dificuldades foram encontradas no processo de difusão tecnológica, com destaque para a falta de pessoal qualificado, a resistência a mudanças na empresa, a dificuldade de articulação das empresas com instituições de pesquisa e o custo da tecnologia.

Quadro 1 - Obstáculos à difusão das tecnologias pelas empresas

Fatores Econômicos	Fatores da Empresa	Outros Fatores
<ul style="list-style-type: none"> riscos excessivos percebidos custo muito alto falta de fontes apropriadas de financiamento prazo muito longo de retorno do investimento na inovação 	<ul style="list-style-type: none"> potencial de inovação insuficiente (P&D, desenho, etc.) falta de pessoal qualificado falta de informações sobre tecnologia falta de informações sobre mercados gastos com inovação difíceis de controlar resistência a mudanças na empresa deficiências na disponibilidade de serviços externos falta de oportunidades para cooperação 	<ul style="list-style-type: none"> falta de oportunidade tecnológica falta de infraestrutura nenhuma necessidade de inovar, devido a inovações anteriores fraca proteção aos direitos de propriedade legislação, normas, regulamentos, padrões, impostos clientes indiferentes a novos produtos e processos

Fonte: Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento (2005).

Quadro 2 - Difusão das tecnologias pelas empresas

Tecnologia	Número de empresas que adotaram a tecnologia	Obstáculos para a difusão tecnológica	Comentários
Unidade de tratamento de efluentes	47	Sem obstáculos	A grande adesão à tecnologia se justifica pela obrigatoriedade imposta pelo termo de ajuste de conduta do Ministério Público
Utilização do gnaise fino em massa cerâmica para telhas	0 (zero)	Fator econômico: custo muito alto	Embora a viabilidade técnica tenha sido comprovada, o custo do transporte não viabilizou economicamente a utilização do resíduo pelas cerâmicas da região
Utilização do gnaise fino em argamassa para a construção civil	1 (uma empresa construiu a fábrica de argamassa)	Sem obstáculos	Os estudos de viabilidade técnica e econômica e a disponibilidade de recursos públicos do Investrio viabilizaram o empreendimento
Pórtico rolante	2	Fatores econômicos: custo muito alto Fatores da empresa: falta de mão de obra qualificada, resistência a mudanças na empresa	Apenas duas empresas da região possuem esse tipo de equipamento para auxiliar no beneficiamento das rochas ornamentais. O alto custo do equipamento, a complexidade de operação e de manutenção são fatores limitantes a sua difusão pelas empresas da região
Pinça hidráulica	1	Fatores econômicos: custo muito alto Fatores da empresa: falta de mão de obra qualificada, resistência a mudanças na empresa	Apenas uma empresa da região possui esse tipo de equipamento para auxiliar o beneficiamento das rochas ornamentais. O alto custo do equipamento, a complexidade de operação e de manutenção são fatores limitantes a sua difusão pelas empresas da região
Serra ponte	2	Fatores econômicos: custo muito alto Fatores da empresa: falta de mão de obra qualificada, resistência a mudanças na empresa	Apenas duas empresas da região possuem a serra ponte ou serra circular em operação. O alto custo do equipamento, que é importado, a complexidade de operação e os custos de manutenção são fatores limitantes a sua difusão pelas empresas da região
Usina de brita	2	Fatores econômicos: custo muito alto, risco excessivo percebido Fatores da empresa: falta de mão de obra qualificada, resistência a mudanças na empresa Outros fatores: falta de oportunidade tecnológica	Duas empresas da região investiram em equipamentos e montaram usinas de brita em suas instalações, mas o alto custo dos equipamentos é um fator limitante à disseminação da tecnologia por outras empresas do setor. Essas empresas vendem os resíduos britados para a produção de artefatos de cimento, concreto e asfalto
Britador móvel	1	Fatores econômicos: custo muito alto, risco excessivo percebido Fatores da empresa: falta de mão de obra qualificada, resistência a mudanças na empresa Outros fatores: falta de oportunidade tecnológica	Apenas uma empresa possui o britador móvel. O equipamento foi construído com recursos públicos (Faperj). A dificuldade da maioria das empresas de se aproximarem das instituições de pesquisa é um fator limitante à disseminação desse tipo de apoio
Abridor de lajinhas	1	Fatores econômicos: custo muito alto, risco excessivo percebido Fatores da empresa: falta de mão de obra qualificada, resistência a mudanças na empresa Outros fatores: falta de oportunidade tecnológica	Trata-se da mesma situação do britador móvel. O equipamento está sendo construído com recursos públicos (Faperj)

Fonte: visitas técnicas e entrevistas com empresários e profissionais do setor.

No que se refere à falta de pessoal qualificado e à resistência dos empresários a implementar mudanças na empresa, faz-se necessária uma ação de qualificação de empresários e trabalhadores do setor. Uma alternativa para essa ação é a montagem de uma fábrica-escola de produção de rochas ornamentais, onde empresários e trabalhadores possam conhecer e aprender a utilizar as modernas tecnologias disponíveis para o setor. Essa fábrica-escola está sendo projetada pelo Sebrae em parceria com o Instituto Federal Fluminense. A captação de recursos será feita junto a agências de fomento dos Governos Estadual e Federal.

Nessa fábrica-escola, novos projetos de pesquisa poderão ser desenvolvidos, com o apoio de agências de fomento à pesquisa, como, por exemplo, a Faperj e outras instituições de pesquisa poderão ser convocadas a participar, de acordo com suas competências técnicas.

Essa iniciativa amenizará a dificuldade de articulação das empresas da região com instituições de pesquisa, pois as aproximará das novas tecnologias e criará um ambiente não apenas para o desenvolvimento de novas tecnologias, mas também para sua difusão.

De modo complementar, faz-se necessária também a qualificação específica de pessoas ligadas, direta ou indiretamente, ao setor, no que diz respeito à inovação tecnológica e ao incentivo à implementação de um sistema de governança no APL, que estimule a cooperação, a introdução de inovações no setor e a criação de canais com instituições que possam apoiar a abertura de crédito ao setor.

No que se refere ao custo da tecnologia, este trabalho abre uma nova oportunidade de pesquisa, que é o desenvolvimento de um estudo de viabilidade econômica para a utilização das novas tecnologias. A viabilidade técnica, ou seja, a capacidade de os novos equipamentos produzirem os produtos do setor com a qualidade necessária, por si só, não garante o êxito no processo de difusão tecnológica.

Por fim, este trabalho também pretende estimular o desenvolvimento de pesquisas em que as preocupações com as questões ambientais e com o uso racional dos materiais de construção civil ultrapassem a simples preocupação com a racionalização dos processos produtivos na construção e direcionem-se no sentido da produção dos materiais de construção, à montante de suas cadeias produtivas.

Referências

ALMEIDA, S. L. M. *et al.* Aproveitamento de Areia de Finos de Pedreiras Brasileiras Para Uso em Construção Civil. In: JORNADAS IBEROAMERICANAS SOBRE CARACTERIZACIÓN Y NORMALIZACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN, Madrid, 2001. **Anales...** Madrid: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid, 2001.

CARVALHO, E. A. *et al.* Aproveitamento dos Resíduos Finos das Serrarias de Santo Antonio de Pádua. In: SIMPÓSIO DE ROCHAS ORNAMENTAIS DO NORDESTE, 3., Recife, 2002. **Anais...** Rio de Janeiro: CETEM/UFPE, 2002. v. 01.

ELPHINSTONE, G. M. **Adhesion and Cohesion in Asphalt:** aggregate systems. Texas, 1997. Dissertation (Doctor of Philosophy) – Texas A&M University, Texas, 1997.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas em Pesquisa Social.** São Paulo: Atlas, 1999.

GRIGOLETTI, G. C.; SATTler, M. A. Estratégias Ambientais Para Indústrias de Cerâmica Vermelha do Estado do Rio Grande do Sul. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 3, n. 3, p. 19-32, jul./set. 2003.

GUERRA, E. A.; VIDAL, F. W. H. Promoção Pelo MCT da Inovação Tecnológica em Micro e Pequenas Empresas de Mineração Organizadas em Arranjos Produtivos Locais (APL) de Base Mineral. In: SIMPÓSIO DE ROCHAS ORNAMENTAIS DO NORDESTE, Fortaleza 7., 2009. **Anais...** Fortaleza: CETEM, 2009.

HALL, J. *et al.* Managing Technological and Social Uncertainties of Innovation: the evolution of Brazilian energy and agriculture. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 78, n. 7, p. 1147-1157, 2011.

HALL, J. *et al.* Entrepreneurship and Innovation at the Base of the Pyramid: a Recipe for Inclusive Growth or Social Exclusion? **Journal of Management Studies**, v. 49, p. 785-812, 2012.

LASTRES, H.; CASSIOLATO, J. **Glossário de Arranjos e Sistemas Produtivos e Inovativos Locais.** Rio de Janeiro: IE/UFRJ, 2005.

ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO ECONÔMICA E DESENVOLVIMENTO. Manual de Oslo: proposta de diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação tecnológica. 3. ed. Rio de Janeiro: Finep, 2005.

- PEITER, C. C. **Abordagem Participativa na Gestão de Recursos Minerais**. São Paulo, 2000. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Mineral) – Departamento de Engenharia de Minas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- PEITER, C. C. *et al.* Arranjos Produtivos Locais do Setor de Rochas Ornamentais e a Experiência do Pólo de Santo Antônio de Pádua, RJ. In: **IBEROEKA EM MÁRMÓLES Y GRANITOS**, Salvador, 2003. **Anais...** Salvador, 2003.
- RIBEIRO, R. C. C.; CORREIA, J. C. G.; SEIDL, P. R. Utilização de Rejeitos Minerais em Misturas Asfálticas. In: ENCONTRO NACIONAL DE TRATAMENTO DE MINÉRIOS E METALURGIA EXTRATIVA, 21., Natal, 2005. **Anais...** Natal, 2005.
- ROGERS, E. **Diffusion of Innovations**. 4th ed. New York: Free Press, 1995.
- SACHS, I. **Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir**. São Paulo: Vértice, 1986.
- SILVA NETO, R. **Relatório Final do Projeto de Uma Ponte Rolante Para Descarga e Corte de Pedras Decorativas**. 1990. Relatório Técnico para SEBRAE.
- SILVA NETO, R. **Máquina de Acionamento Hidráulico Para Abrir Blocos de Rochas Ornamentais**. 2011. Projeto Técnico para Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro.
- SILVA NETO, R. **Desenvolvimento de Britadeira Móvel Para Reutilização de Resíduos da Extração e da Produção de Rochas Ornamentais (Gnaisses) Como Alternativa de Minimização dos Impactos Ambientais**. 2012. Relatório Técnico Final para FAPERJ – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro.
- SILVA, R. E. C.; MARGUERON, C. Estudo Geológico-Técnico de Uma Pedreira de Rocha Ornamental no Município de Santo Antônio de Pádua – RJ. **Anuário do Instituto de Geociências**, Rio de Janeiro, v. 25, p. 125-150, 2002.
- SILVESTRE, B. S.; DALCOL, P. R. T. Conexões de Conhecimento e Posturas Tecnológicas: Evidências da Aglomeração Industrial de Petróleo e Gás da Bacia de Campos. **Gestão & Produção**, v. 14, p. 167-185, 2007.
- SILVESTRE, B. S.; DALCOL, P. R. T. Aglomeração Industrial de Petróleo e Gás da Região Produtora da Bacia de Campos: sistema de conhecimento, mudanças tecnológicas e inovação. **Revista de Administração da Universidade de São Paulo**, v. 43, p. 84-96, 2008.
- SILVESTRE, B. S.; DALCOL, P. R. T. Geographical Proximity and Innovation: evidences from the oil & gas industrial agglomeration of Campos Basin-Brazil. **Technovation**, v. 29, n. 8, p. 546-561, 2009.
- TIGRE, P. B. **Gestão da Inovação: a economia da inovação no Brasil**. São Paulo: Elsevier. 2006.
- VIEIRA, C. M. F. *et al.* Utilização de Gnaiss Fino em Massa Cerâmica Para Telhas. **Revista Matéria**, v. 11, n. 3, p. 211-216, 2006.

Romeu Silva Neto

Pró Reitoria de Pesquisa e Inovação | Instituto Federal Fluminense | Rua Dr. Siqueira, 273, Parque Dom Bosco | Campos dos Goytacazes - RJ - Brasil | CEP 28030130 | Tel.: (22) 2726-2800 | E-mail: romeuneto@ifff.edu.br

Bruno dos Santos Silvestre

Department of Business Administration | University Of Winnipeg | 515 Portage Avenue | R3B 2E9 | Winnipeg - Canadá | Tel.: +1 (204) 258-2980 | E-mail: b.silvestre@uwinnipeg.ca

Revista Ambiente Construído

Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
Av. Osvaldo Aranha, 99 - 3º andar, Centro
Porto Alegre - RS - Brasil
CEP 90035-190
Telefone: +55 (51) 3308-4084
Fax: +55 (51) 3308-4054
www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido
E-mail: ambienteconstruido@ufrgs.br