

UM ESTUDO DE DIFUSÃO DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS: O CASO DO SETOR FORNECEDOR DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS PARA A PRODUÇÃO DE ROCHAS ORNAMENTAIS NO ESPÍRITO SANTO

A study of diffusion of technological innovations: the case of the sector supplier of machinery and equipment for the production of ornamental stones in Espírito Santo

Maycon Chaga da Silva

Economista. Mestre em Economia pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). maycon.chaga@hotmail.com

Robson Antonio Grassi

Economista. Doutor em Economia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Professor do Departamento de Economia e do Mestrado em Economia da (UFES). rgrassi@uol.com.br

Resumo: O presente artigo tem como objeto de estudo o setor de máquinas e equipamentos voltado para rochas ornamentais no Espírito Santo, e busca, como maior propósito, identificar a principal forma de difusão tecnológica observada no setor. Para tanto, na análise, utiliza-se o referencial teórico neoschumpeteriano para a descrição de conceitos fundamentais relacionados com o processo inovativo, entre os quais, os de paradigma e trajetória tecnológica. A abordagem neoschumpeteriana destaca a importância dos aperfeiçoamentos tecnológicos como elementos essenciais ao processo de difusão de inovações, além da importância do direito de propriedade como motivador desse processo. O segmento de máquinas e equipamentos tem crescido junto ao setor de rochas ornamentais no Espírito Santo, tornando interessante apresentar um panorama setorial, exibindo a cadeia produtiva com os principais elos e agentes envolvidos ao longo de cada etapa. Ao fim, busca-se fazer uma descrição sucinta sobre a formação e o desenvolvimento do setor de máquinas e equipamentos do Espírito Santo, destacando-se a empresa Cimef como grande propulsora desse segmento localmente. Conclui-se que a dificuldade dos fabricantes em manter o direito de propriedade das inovações tem possibilitado que a principal forma de difusão tecnológica constatada no setor de máquinas e equipamentos aconteça por intermédio da imitação.

Palavras-chave: Difusão tecnológica; Teoria neoschumpeteriana; Rochas ornamentais; Máquinas e Equipamentos.

Abstract: This article aims to study the machinery and equipment sector focused on ornamental rocks, in Espírito Santo, whose main purpose is to identify the form of technological diffusion observed in the sector. For this, in the analysis, the theoretical framework is used in the description of concepts fundamental to the innovative process, among which, those of paradigm and technological trajectory. The neoschumpeterian approach emphasizes the importance of technological improvements as essential elements to the diffusion process, as well as the importance of the property right, as motivators of this process. The machinery and equipment sector grows alongside the ornamental rock sector, making it interesting to present a sectoral panorama of the ornamental rock sector, showing the productive chain with the main links and agents involved throughout each productive stage. Finally, a brief description of the training and development of the machinery and equipment sector is sought, with CIMEF as the main propeller of this segment in Espírito Santo. The difficulty of manufacturers in maintaining the right of ownership of innovations, therefore, makes it possible for the main form of technological diffusion found in the machinery and equipment sector to occur through imitation.

Keywords: Technological diffusion; Neo-Schumpeterian theory; Ornamental rocks; Machines and equipment.

1 INTRODUÇÃO

A primeira iniciativa empresarial voltada ao setor de rochas ornamentais, no Estado do Espírito Santo, originou-se na década de 1920, no município de Cachoeiro do Itapemirim, por meio de beneficiamento secundário, corte e polimento de materiais oriundos do Rio de Janeiro, São Paulo, Portugal e Itália. Na mesma época, promove-se a primeira tentativa de se estabelecer empresas direcionadas ao beneficiamento primário das rochas, serragem, com o auxílio de teares feitos em madeira e movidos por uma roda d'água. Somente a partir de década de 1960, a produção comercial deste segmento começou a se consolidar, com destaque para a formação de um polo transformador de rochas ornamentais no município de Cachoeiro do Itapemirim.

O setor, que até o início da década de 1970 ainda dava seus primeiros passos, no decorrer dos anos, cria capacidade e estrutura a ponto de adquirir condições suficientes para produzir qualquer tipo de produto pleiteado pelo segmento de rochas. Até a produção de fio diamantado, maior inovação observada no setor, já pode ser confeccionada no estado. Surge, assim, o estímulo para a elaboração do objetivo geral do artigo, que busca identificar a forma como ocorre a difusão dessas tecnologias no Espírito Santo, bem como a importância da formação de um polo produtor e especializado, na região de Cachoeiro do Itapemirim, que estimula a competitividade das máquinas e equipamentos brasileiros, sobretudo os produzidos localmente.

Incluindo a introdução e a conclusão, o presente artigo está estruturado em oito seções. A próxima seção busca apresentar uma breve perspectiva neoschumpeteriana do processo de difusão tecnológica, fazendo uma distinção entre a análise neoclássica e a análise neoschumpeteriana. Na segunda seção são apresentados os elementos norteadores da inovação, com destaque para o paradigma e a trajetória tecnológica, e da difusão, buscando destacar a importância do processo para os encaixamentos inter-setoriais. A terceira seção busca ressaltar os principais tipos de difusão tecnológica, cuja intenção é identificar a mais observada no segmento de rochas ornamentais localmente. A quarta seção descreve alguns dos mecanismos de apropriação de domínio utilizado pelos empresários para manter uma inovação sob sua propriedade. A quinta seção exprime a descrição do

setor de máquinas e equipamentos para o Espírito Santo, haja vista sua importância econômica para o desenvolvimento local. A sexta seção aborda a principal forma de difusão de inovações tecnológicas no segmento de rochas ornamentais. Por fim, a última seção traz as considerações finais do artigo.

2 A PERSPECTIVA NEOSCHUMPETERIANA DO PROCESSO DE DIFUSÃO TECNOLÓGICA

O modo de produção capitalista encontra-se em constante transformação. Seu caráter evolutivo propicia, em virtude dessas transformações, mudanças na situação econômica. Essas transformações, que favorecem o desenvolvimento dos processos inovadores, decorrem principalmente das crises, das guerras e das revoluções, frequentemente propiciando transformações industriais. Apesar das transformações que ocorrem no modo de produção capitalista atuarem como suportes para o desenvolvimento dos processos inovadores, os encarregados pela propagação das inovações são os empresários.

O empresário empreendedor é apontado por Schumpeter (1961) como o principal responsável pela disseminação de inovações. Sua função é reformular o sistema de produção com o uso de inovações, colaborando para o surgimento de novas possibilidades tecnológicas na produção de novas mercadorias ou com a modernização de fabricações antigas. O empresário atua como a “força motriz de um grande número de fenômenos significativos” (SCHUMPETER, 1996, p. 88). Além do empresário empreendedor, Schumpeter (1996) aponta o crédito, entendido como uma transferência temporária de poder de compra, como outro elemento essencial no processo de inovação, capaz de proporcionar ao empresário a condição para efetuar novas combinações de fatores, tornando-se empreendedor.

Na década de 1970, começa a desenvolver-se um conjunto de estudos que busca averiguar a influência da mudança tecnológica no desenvolvimento industrial e econômico de países e empresas. Baseados em Schumpeter, os autores neoschumpeterianos, também conhecidos como evolucionistas, defendem a premissa de que a mudança tecnológica seja o motor do desenvolvimento capitalista, e a

firma o local no qual o empresário inovador pode atuar e desenvolver as inovações. A novidade introduzida pelos neoschumpeterianos foi externar que a separação entre oferta e demanda, abordada pelos neoclássicos, era equivocada.

Os autores neoclássicos debatiam se o progresso técnico era demarcado pelo lado da oferta, particularmente através da dinâmica de inovações deliberada pelo avanço do conhecimento científico e pela anuência das atividades de P&D industriais, *technology-push*, ou pelo lado da demanda, por meio das preferências designadas pelos consumidores, *demand-pull*. Os autores neoschumpeterianos buscaram demonstrar que essa separação entre oferta e demanda é falaciosa, destacando que “o progresso técnico resulta do desenvolvimento de inovações que dependem não apenas da natureza do setor em que as inovações são geradas ou adotadas como também de fatores institucionais” (LA ROVERE, 2006, p. 286).

La Rovere (2006) complementa, portanto, que o progresso técnico, na abordagem neoschumpeteriana, é considerado o componente que afeta diretamente o processo de crescimento econômico, após introduzir transformações que modificam as estratégias produtivas das empresas. Essas transformações são protegidas tanto por aspectos intrínsecos à firma, essenciais para o avanço do conhecimento tecnológico, suscitando trajetórias e paradigmas tecnológicos, quanto por aspectos extrínsecos à firma, que configuram os limites econômicos, sociais e políticos do progresso técnico, estabelecendo paradigmas tecnoeconômicos de produção.

Veremos adiante que o setor de máquinas e equipamentos, voltado para a produção de rochas ornamentais, tem passado por constantes aperfeiçoamentos tecnológicos, necessários frente ao aumento da demanda por produtos de melhor qualidade, provenientes do setor de rochas ornamentais. O setor de máquinas e equipamentos, no Espírito Santo, irá desenvolver-se junto com o setor de rochas ornamentais. O setor de máquinas e equipamentos é um setor dinâmico e que, ao longo de seu desenvolvimento, buscou se inteirar dos avanços tecnológicos, imprescindíveis ao bom funcionamento de todas as etapas da cadeia produtiva do segmento de rochas. Desde a descoberta das primeiras jazidas de mármore, até o processo de corte do granito, houve a necessidade

de desenvolver e adaptar tecnologias que pudessem englobar mecanismos capazes de serrar rochas com maior durabilidade, além de melhorar a qualidade de polimento do produto final. Dentro dessa perspectiva de avanço técnico, observada no setor de rochas ornamentais, a análise neoschumpeteriana se enquadra como a abordagem que traz uma melhor contribuição para o andamento e análise da presente pesquisa.

3 AS CONCEPÇÕES NEOSCHUMPETERIANAS A RESPEITO DA INOVAÇÃO E DA DIFUSÃO

A seção tem o intuito de apresentar, de forma sucinta, os principais elementos norteadores da inovação e do processo de difusão, na visão neoschumpeteriana.

3.1 Elementos norteadores da inovação tecnológica

Entre os principais elementos norteadores da inovação, destacam-se o paradigma tecnológico e a trajetória tecnológica. O “paradigma tecnológico” é entendido por Dosi (1982, p. 152) como “[...] um modelo ou padrão de soluções de um conjunto de problemas tecnológicos selecionados, baseado em princípios selecionados, derivados das ciências naturais, e em tecnologias materiais selecionadas”. O paradigma tecnológico funcionará como um “direcionador” do progresso técnico, provido de um “poderoso efeito de exclusão”, ao propiciar uma redução do número de possibilidades de desenvolvimento tecnológico (KUPFER, 1996). Ao escrever sobre a heurística seletiva, presente no “paradigma tecnológico”, Dosi (2006, p. 42) argumenta que:

Um paradigma tecnológico, ou programa de pesquisa, incorpora fortes prescrições sobre as direções da mudança técnica a perseguir e a negligenciar. Dados alguns esforços tecnológicos genéricos, como, por exemplo, aqueles relativos ao transporte de mercadorias e passageiros, à produção de compostos químicos com certas propriedades, ou à comutação e amplificação de sinais elétricos, emergiram determinadas tecnologias específicas, com suas próprias soluções para os problemas, por meio da exclusão de outras tecnologias nocionalmente possíveis.

No interior de um paradigma tecnológico há vários “modelos” ou “padrões” a serem percorridos. Isso posto, os paradigmas tecnológicos instituem a ideia de trajetória tecnológica como critério a ser observado ao propor a formulação e a solução de problemas específicos, inerentes ao próprio paradigma. Na definição feita por DOSI (1982, p. 154), a trajetória tecnológica é “como um padrão de atividade ‘normal’ de resolução do problema, com base num paradigma tecnológico”. A existência de inúmeras trajetórias tecnológicas faz com que suscite a necessidade de selecionar e estabelecer a trajetória a ser percorrida no interior do paradigma tecnológico. Para tanto, o primeiro nível de seleção parte de duas perguntas: há alguma aplicação prática? Uma aplicação hipotética pode ser comercializada? (DOSI, 2006). No entanto, outros pontos importantes devem ser levados em consideração ao se definir a direção/trajetória do progresso técnico, dentre os quais: fatores sociais, institucionais e econômicos. Para Dosi (2006, p. 44), se sobressaem os fatores econômicos:

Entre ambos, num campo que já devemos chamar de tecnologia, pois está especificamente (“economicamente”) direcionando, as atividades que têm como o objetivo o “progresso técnico” ainda apresentam muitos procedimentos e características semelhantes à “ciência”, isto é, a atividade de resolução do problema através de linhas definidas pela natureza do paradigma. Os critérios econômicos, que agem como seletores, definem cada vez mais precisamente as trajetórias reais seguidas, dentro de um conjunto muito maior de trajetórias possíveis.

A sentença que acaba de ser citada retrata a relevância dos critérios econômicos como selecionadores de uma trajetória tecnológica. Dosi (1982, p. 156) acrescenta que:

O ambiente econômico e social acaba afetando o progresso técnico de duas formas, primeiro, selecionando a direção das mutações (i.e. selecionando o paradigma tecnológico) e, então, selecionando entre os mutantes, de um modo mais darwinista (i.e. seleção *ex post* entre tentativas e erros de tipo schumpeteriano).

Assim como os paradigmas e as trajetórias tecnológicas não podem ser separados, a julgar pelo paradigma tecnológico se apresentar como um “modelo” ou “padrão” de resolução de problemas e a trajetória tecnológica a direção que o progresso técnico deve seguir, após as soluções explicitadas

pelo paradigma, o processo de difusão tecnológica não pode se distanciar desses conceitos.

[...] a difusão alimenta e direciona a trajetória da inovação, revelando as necessidades cambiantes da demanda por soluções técnicas. A capacidade para aperfeiçoar e adaptar um novo produto ou processo às condições específicas de um setor ou país é fundamental para o sucesso da difusão tecnológica (TIGRE, 2006, p. 88).

3.2 Elementos norteadores da difusão tecnológica

O conceito de difusão tecnológica faz parte do conjunto de conceitos que estruturam o arcabouço teórico sobre a análise dos impactos econômicos do progresso técnico. Os estudos que envolvem o processo de difusão tecnológica evoluíram ao longo do tempo, concomitantemente com os avanços teóricos e empíricos para melhor compreensão do processo de inovação (FURTADO, 2006). Torna-se interessante fazer uma distinção, de forma sucinta, entre os termos inovação e invenção que, de acordo com Furtado (2006, p. 168), “[...] abriu a porta, no pós-guerra, para todo um ciclo de estudos sobre a difusão tecnológica”.

Seguindo a distinção adotada por Schumpeter (1996), uma invenção seria a criação de um novo produto que pode ou não ter relevância econômica. Para que uma invenção se converta em uma inovação é necessário que essa invenção se transforme em uma mercadoria ou em um novo processo de produção que possa ser explorado economicamente. A inovação seria o processo no qual novas combinações de recursos, já existentes, são utilizadas para a produção de novas mercadorias, ou para a produção de mercadorias já existentes, porém de modo mais eficiente, ou ainda para conseguir acessar novos mercados.

Furtado (2006) destaca que, ao contrário de invenção, que era consequência da disposição científica e tecnológica dos indivíduos, e da inovação, que decorria da aspiração empreendedora dos empresários, a difusão tecnológica, até então, estava sujeita ao estudo de modelos, desenvolvidos durante as décadas de 1950 e 1960, e que procuravam desvendar quais os fatores econômicos que influenciam a velocidade de difusão das inovações.

De acordo com Torres (2012), o processo de difusão de novas tecnologias é tão, ou talvez mais

importante, que o próprio processo de inovação. A capacidade dos agentes em desenvolver ideias é um passo fundamental para o progresso tecnológico, entretanto, sem o processo que envolve a difusão tecnológica, haveria pouco valor, por exemplo, para o estudo da inovação enquanto importante fator propulsor do desenvolvimento econômico. Se o processo inovativo se restringisse a um grupo específico de indivíduos ou firmas, seus impactos sobre a economia como um todo poderiam não ser tão relevantes.

Contudo, o processo que circunda a difusão de inovações é um processo social conflitante. Do ponto de vista do agente inovador, o importante seria manter o monopólio sobre a inovação desenvolvida, e, com isso, conquistando a possibilidade de absorver lucros extraordinários. Do ponto de vista social, uma nova tecnologia, quando amplamente empregada, pode contribuir para elevar o padrão de vida da sociedade, seja por conta de uma maior produção com o consumo inferior de recursos, seja por conta da produção de mercadorias de melhor atributo.

Ainda segundo Torres (2012), o processo de difusão ocorre lentamente, empregado principalmente quando os custos de sua implementação são inferiores aos custos de preservar a tecnologia antiga. Além disso, o seu impacto em relação à produtividade agregada será maior ou menor consoante à aplicação da nova tecnologia nos diversos setores da economia. Os encadeamentos intersetoriais também são importantes. A título de exemplo, a ocorrência de melhoria nos transportes pode favorecer o aumento da produtividade em outros setores, como a agricultura, melhorando as formas de escoamento e contribuindo para a preservação e redução das perdas de produção durante o transporte do produto até o destino final. Uma inovação que age de forma isolada, portanto, contribui muito menos do que poderia para o crescimento da produtividade.

À medida que um produto passa por aperfeiçoamentos, versões mais adaptadas para determinados tipos de usuários vão surgindo, e assim “[...] cada vez mais usuários potenciais acham vantajosa a adoção dessa tecnologia” (NELSON, 2005, p.68). Existem alguns tipos de difusão que favorecem a disseminação de uma tecnologia. A transferência de tecnologia entre os agentes pode ocorrer de diferentes formas: por imitação, compra de equipamentos com uma nova tecnologia incor-

porada, ou mesmo de forma desincorporada. A forma como a difusão ocorre dependerá da natureza da tecnologia, das possibilidades de apropriação e dos conhecimentos e capacitações necessárias à sua adoção.

4 DESCRREVENDO OS PRINCIPAIS TIPOS DE DIFUSÃO TECNOLÓGICA

O ambiente empresarial possibilita às empresas adquirirem condições de aprenderem umas com as outras devido ao constante fluxo de informações, ideias e *know-how*, disponíveis no ambiente. Conforme as firmas transbordem conhecimento, isto é, quando os benefícios provindos de um investimento realizado não são de exclusividade do inovador, a aquisição de novos produtos possibilita à firma adquirir tecnologia de seus fornecedores. Desse modo, a tecnologia pode estar incorporada aos insumos intermediários, bens de capital ou pessoas, ser obtida por meio da compra ou venda em sua forma desincorporada ou pode, ainda, ser difundida por outros meios, como a imitação (MATOS et al., 2007).

4.1 Processo de difusão tecnológica desincorporada

O processo de difusão tecnológica desincorporada se caracteriza pela publicidade dos resultados das pesquisas e pela capacidade das firmas em absorver esses resultados, isto é, nas habilidades que as firmas terão que desempenhar para aprender a se utilizar da nova tecnologia. Um dos principais mecanismos que atuam no interior desse processo de difusão é o mecanismo de pesquisa vazada. Esse mecanismo é caracterizado quando uma firma desenvolve um novo processo inovativo, porém não há apropriação dos seus resultados, em razão dos conhecimentos desenvolvidos estarem potencialmente disponíveis às demais firmas. Os principais mecanismos de transmissão da difusão desincorporada são: a venda dos direitos de patentes, o licenciamento da inovação, divulgação de novos conhecimentos em conferências e seminários, incorporação de organizações, entre outros. A sua velocidade de adoção está relacionada com a lucratividade ou com o tempo de obtenção do retorno do investimento realizado, do tamanho das firmas e dos dispêndios angariados com a inovação concomitante ao ativo da firma.

4.2 Processo de difusão tecnológica incorporada

O processo de difusão tecnológica de equipamentos incorporados é o processo pelo qual as inovações são absorvidas através da compra de máquinas tecnologicamente intensivas, bens de capital, que resultam na ampliação da esfera produtiva e redução de custos. São poucas as indústrias que atuam como fornecedoras de novas tecnologias para outras indústrias. A estrutura de mercado existente nesse ambiente tem caráter predominantemente oligopolista. No processo de difusão tecnológica incorporada, a velocidade da difusão de equipamentos dependerá de alguns fatores, dentre os quais: a qualidade do suporte técnico oferecido pelo provedor do equipamento. O processo de aprendizado no manuseio e manutenção do equipamento dependerá dos esforços dos usuários em aprimorar sua própria capacitação. Com isso, em alguns casos, esse aprendizado pode cooperar para os usuários adaptarem e aperfeiçoarem o equipamento assimilado.

4.3 Processo de difusão tecnológica por intermédio da imitação

A imitação de determinada inovação tem a capacidade de favorecer o desencadeamento de um ciclo de investimentos por parte dos empresários imitadores que, por consequência, levará à difusão da tecnologia introduzida pelo empresário inovador. As pressões arroladas no processo competitivo forçam as empresas a acompanharem de perto o ritmo das inovações no mercado. O processo de imitação das inovações já introduzidas pelas firmas inovadoras contribui para a redução dos riscos, decorrentes da incerteza forte no entorno dos processos inovativos. São os lucros alcançados pelos inovadores os maiores responsáveis por estimular as demais empresas a segui-los. O processo de inovar é um processo custoso, significando direcionar grandes somas e esforços em investimento, e que as chances de uma firma inovadora não ter sua inovação aceita no mercado pode ocasionar grandes prejuízos, podendo levar à sua eliminação do mercado.

É preciso levar em consideração, contudo, que uma imitação é uma tentativa de “copiar” uma inovação original, ou seja, ela se aproxima da inovação original, mas não é a mesma inovação. A imitação não é realizada por intermédio do inovador original. Assim, a imitação reduzirá o lucro da

primeira firma inovadora, contribuindo para que ela perca o monopólio da inovação e, por consequência, os lucros decorrentes do seu pioneirismo. Em muitas ocasiões, as rendas resultantes da inovação não são absorvidas pelas firmas inovadoras, mas por firmas presentes no mercado, cuja velocidade de imitação é elevada. O interesse do inovador é que a difusão ocorra sob o seu controle, e, assim, manter sob seus domínios a renda proveniente da inovação. Conforme pode ser investigado em Teece (1986), não são poucos os casos onde imitadores, mesmo sem lançar produtos inteiramente novos, conseguem através de redesenho e aperfeiçoamentos, aumentar sua participação no mercado com a imitação.

Quanto maior a dificuldade de imitação de uma inovação, mais elevadas serão as condições de obter maiores somas de lucros advindos de seu pioneirismo em torno da inovação. Deste modo, a apropriabilidade apresenta-se como uma característica do conhecimento tecnológico que assegura as inovações e as protege das imitações de seus concorrentes, garantindo as vantagens econômicas acumuladas. Levanta-se então uma questão: quais são os métodos utilizados pelas firmas inovadoras para se protegerem da ação das firmas imitadoras? Para tanto, a próxima seção tem por objetivo apresentar os principais mecanismos de apropriação e domínio que podem ser averiguados no interior das firmas competitivas.

Após as explanações apresentadas ao longo da subseção, pode-se sintetizar os fatores responsáveis por contribuir para propagação do processo de difusão tecnológica e os determinantes do ritmo com que ela será incorporada pelas firmas da seguinte forma, no Quadro 1:

Quadro 1 – Fatores e determinantes do ritmo da inovação

Fatores	Determinantes do ritmo
Aperfeiçoamento dos inventos	Melhorias e adaptações tecnológicas
Habilidades técnicas dos usuários	Treinamentos
Habilidades na fabricação de máquinas	Produção de tecnologias complementares
Condicionantes técnicos	Coevolução dos avanços técnicos. Isto é, aperfeiçoamento de antigas e novas tecnologias, em conjunto
Condicionantes econômicos	Obtenção de lucros
Condicionantes institucionais	Financiamento, incentivos, existência de instituições de apoio

Fonte: elaborado pelos autores com base em Rosenberg (1979) e Tigre (2006).

5 PRINCIPAIS MECANISMOS DE APROPRIAÇÃO DE DOMÍNIO

A resposta para a questão de quais são os métodos utilizados pelas firmas inovadoras para se protegerem da ação das firmas imitadoras, identificada por Teece (1986), está sujeita a fatores como: o regime de apropriação, os ativos complementares e o paradigma dominante (*design* dominante). O regime de apropriabilidade “refere-se aos fatores ambientais, excluindo firma e estrutura de mercado, que governam a capacidade de uma empresa inovadora para capturar os lucros gerados por uma inovação” (TEECE, p. 287, 1986). O regime é definido por duas dimensões essenciais: i) os instrumentos legais: patentes, direitos autorais, segredo industrial; e ii) a natureza da tecnologia: produto, processo, conhecimento tácito e codificado. Teece (1986) acrescenta que os métodos de apropriação podem variar entre as empresas. Em muitos momentos, as patentes legais raramente garantem uma condição de apropriabilidade perfeita, pois os requisitos para defender sua validade ou comprovar sua violação são elevados. Quanto mais inserida em processos e conhecimentos tácitos, mais difícil será a possibilidade de imitação.

Os ativos complementares são aqueles necessários para que uma inovação obtenha sucesso comercial, além de suportar sua implementação, tais como: infraestrutura de máquinas e equipamentos, bem como mão de obra, que permitam a produção competitiva da inovação, serviços de marketing e suporte pós-venda. Esses ativos podem ser especializados, quando são desenvolvidos para atender exclusivamente à inovação e com isso causam uma relação de dependência unilateral. Podem ser coespecializados, ou bilaterais, quando há uma realização conjunta de especialização, por exemplo, computadores e softwares. Finalmente, também podem ser genéricos, quando a inovação se utiliza dos recursos disponíveis. As formas contratuais mais viáveis para proteger as inovações que envolvem esses ativos dependerão das suas especificações. Na presença de ativos especializados e coespecializados o inovador optará por internalizar o desenvolvimento e produção dos ativos complementares por meio da integração vertical. A integração vertical dificulta a imitação, agora que a firma produz tudo sozinha (manufatura, distribuição, serviços e tecnologias complementares). Já no

caso da presença dos ativos genéricos, uma relação contratual pode ser suficiente, e o inovador pode simplesmente licenciar sua tecnologia (TEECE, 1986).

Com relação ao *design*, a ameaça para os inovadores ocorre durante o processo de consolidação do *design* dominante. Geralmente, quando um produto novo é lançado no mercado, os imitadores entram nesse mercado, promovendo algumas mudanças significativas no produto introduzido pelos inovadores, ou simplesmente copiando. Neste processo, em alguns casos, o *design* dominante acaba sendo o do imitador e não o do inovador pioneiro. A grande questão, portanto, é assegurar que a difusão se dê particularmente a partir do *design* inicialmente lançado no mercado. Quanto menor o custo de desenvolvimento e de construção de protótipos e quanto maior a aproximação com os clientes, maior será a probabilidade de uma firma inovadora conseguir manter o *design* dominante (TEECE, 1986).

Dentro dessa concepção, dos mecanismos pelos quais as firmas conseguem absorver, ainda que por apenas um período de tempo determinado, alguns retornos decorrentes de seu pioneirismo inovador, Nelson (2005) lista três importantes mecanismos que podem ser destacados: i) o sistema de patentes, ii) o segredo industrial e iii) as vantagens decorrentes do pioneirismo. Entretanto, apesar do direito de propriedade influenciar no processo de difusão tecnológica, Nelson (2005) destaca que esse direito apresenta uma série de limitações. Segundo o autor, raramente esses mecanismos fornecem à firma o nível de apropriação almejado. Como exemplo, o segredo industrial pode ser facilmente quebrado com a circulação de mão de obra e as vantagens de ser um inovador pioneiro podem ser rapidamente anuladas por um imitador bem capacitado. Quanto maior for a apropriação do conhecimento, maior será a proteção do saber e, conseqüentemente, menor a possibilidade de imitação.

O contato com os empresários do setor de máquinas e equipamentos possibilitou identificar que a principal forma de difusão observada no setor de máquinas e equipamentos, para rochas ornamentais, no Espírito Santo, ocorre por intermédio da imitação. No entanto, antes de analisarmos os desdobramentos dessa importante forma de difusão para o setor (juntamente com a questão da apropriação), torna-se interessante descrever um pouco a importância do setor de rochas ornamentais para o estado

do Espírito Santo, e, mais especificamente, para o setor local produtor de máquinas e equipamentos.

6 DESCRIÇÃO DO SETOR DE ROCHAS ORNAMENTAIS DO ESPÍRITO SANTO

A cadeia produtiva do setor de rochas ornamentais, como fica claro no Anexo do artigo, é dividida em três etapas principais: extração, desdobramento e beneficiamento. A primeira etapa da cadeia produtiva do setor de rochas ornamentais é composta pela fase de extração. No processo de extração tem-se a retirada do bloco das jazidas/pedreiras. O resultado do processo, nessa primeira fase da cadeia produtiva, é o bloco em formato retangular, com dimensões que podem variar de acordo com as técnicas de extração utilizadas (desabamento, matacões e bancadas), determinadas pelas características da formação rochosa, pelo melhor aproveitamento do bloco e pela sua utilização nos métodos de beneficiamento (FILHO et al., 2013).

Entre as principais tecnologias utilizadas durante a fase de extração dos blocos, encontram-se as tecnologias de corte contínuo e as tecnologias de corte cíclico. As tecnologias de corte contínuo englobam técnicas capazes de realizar uma única operação de corte, sem a necessidade de combinação de técnicas complementares. Menezes (2005, p. 20) reporta essas tecnologias como aquelas que não contam com o “uso predominante de perfurações ou explosivos em suas operações”. Com relação às tecnologias cíclicas de corte, Menezes (2005) descreve essas tecnologias como tecnologias caracterizadas por processos operacionais que passam por procedimentos sucessivos e repetitivos, podendo contar com outras técnicas complementares. São técnicas que se utilizam de constantes perfurações de caráter contínuo e perfurações descontínuas auxiliadas por explosivos, cunhas ou agentes expansivos.

A segunda etapa da cadeia produtiva de rochas ornamentais, etapa também conhecida como beneficiamento primário, é composta pela fase desdobramento dos blocos em tiras, chapas ou em produtos semiacabados. Os blocos são serrados em diferentes tamanhos, com dimensões próximas às apresentadas pelos produtos finais. Para Giaconi (1998, p. 30) a fase de desdobramento do bloco representa “o primeiro passo em relação à agregação de valor ao material proveniente das pedrei-

ras”. Essa etapa é realizada com o auxílio de instalações industriais, serrarias, onde são utilizadas máquinas (teares) responsáveis pela serragem dos blocos. Os teares podem ser classificados como convencionais e avançados. Os equipamentos convencionais são constituídos por múltiplas lâminas de aço, que, com o auxílio de uma lama abrasiva, mesclada com granalhas, cal e água, cortam os blocos a partir do atrito das lâminas, que realizam movimentos pendulares e de forma contínua sobre o bloco. Contudo, com o passar dos anos, a técnica multilâmina, apesar de ainda predominante no processo de serragem, vem perdendo espaço para a técnica multifio, que conta com a utilização de fios diamantados. Técnica mais eficaz, com maior precisão de corte e que utiliza apenas água no processo de serragem, favorecendo a geração de atrito dos fios com o bloco (VIDAL, 2014).

Seguindo para o último elo da cadeia produtiva, chega-se à fase de beneficiamento final. Nesta etapa, encontram-se as marmorarias, onde as chapas que foram serradas passam por um preparo de suas superfícies, com o objetivo de realçar as suas características em função do uso almejado e remover possíveis resquícios de rugosidade na superfície do material, decorrente do processo de desdobramento. Entre os principais tipos de acabamento superficial, estão: o levigamento, o polimento, o flamejamento e o apicoamento (VIDAL, 2014). Os principais produtos resultantes das marmorarias são: ladrilhos, revestimento interno e externo de pisos e paredes, rodapés, bancadas de pias, objetos para a arte funerária, bancos de parques e praças, entre outros. Com o objetivo de atender à demanda requerida pelo consumidor final, as marmorarias buscam adequar as dimensões e os detalhes do material trabalhado (corte e polimento) de acordo com as especificações pleiteadas (VILLASCHI; SABADINI, 2000).

6.1 O processo histórico de formação do segmento de rochas ornamentais no Espírito Santo

A história da mineração de rochas ornamentais, no Espírito Santo, surge, inicialmente, na região sul do estado, mais precisamente no município de Cachoeiro do Itapemirim. Sabadini (1998) enfatiza que a história da mineração, no município de Cachoeiro do Itapemirim, progride concomitantemente com a criação da fábrica de cimento, que inicia suas atividades em 1924, por intermédio do

projeto “Companhias Industriais”, desenvolvido pelo governador Jerônimo Monteiro (1908-1912).

Porém, é importante destacar que, mesmo antes de 1924, período de instalação da fábrica de cimento, estruturada no projeto de crescimento industrial proposto por Jerônimo Monteiro, por volta de 1874 e 1878, já era possível observar em algumas regiões no interior do município de Cachoeiro do Itapemirim colonos recém-chegados de países europeus, principalmente italianos, empenhados na fabricação de cal (SABADINI, 1998). A observação de que a atividade extrativa na região de Cachoeiro do Itapemirim iniciou-se anteriormente ao ano de 1924, período de instalação da Fábrica de Cimentos, e teve sua origem com a extração de rochas calcárias, deve-se ao relato de Villaschi e Sabadini (2000, p. 3).

Já no período da “colonização” um dos produtos que ocupavam lugar de destaque nas atividades produtivas da região de Cachoeiro eram as rochas calcárias, as quais, mesmo antes de 1878, já eram fabricadas na região da província por colonos chegados no início do século XIX. Esses fatos nos indicam que a potencialidade do município na atividade mineradora de produtos correlatos ao mármore e granito já estava se configurando desde o processo da vinda dos imigrantes europeus para a província do Espírito Santo.

Esses imigrantes deixavam seu país de origem em direção à “Província do Espírito Santo” atraídos por suas potencialidades. Costa (1991) acentua que em suas pesquisas históricas sobre o município de Cachoeiro do Itapemirim, pôde encontrar um exemplar de um livro de 1878, intitulado “Breve notícias descritivas”, publicado pelo Ministério da Agricultura, Comércio e Obras Públicas do Império, redigido em português, italiano, francês e alemão, no qual o principal objetivo era orientar os europeus que desejavam vir para o Brasil. Ao mesmo tempo, a publicação buscava destacar as potencialidades de cada província, estimulando a vinda de imigrantes para ocupar tais regiões.

Abreu e Carvalho (1994, p. 8) destacam que “[...] das primeiras extrações de mármore, da instalação do primeiro pau de carga, do primeiro caminhão rompendo o barro, do primeiro tear cortando chapas, da primeira politriz buscando o brilho da pedra, vai surgindo e se consolidando um novo segmento na economia”. À medida que o trabalho de extração iniciado pelo Sr. Horácio Scaramussa estimula a vinda de empresários de outras localida-

des para a região de Cachoeiro do Itapemirim, e o movimento vai ganhando força, novas expectativas e oportunidades passam a ser criadas. Por consequência, o setor passa a chamar atenção de homens de negócios, comerciantes e autoridades locais.

Entre os estados brasileiros com maior destaque no setor de rochas ornamentais, no Brasil, o estado do Espírito Santo assume o papel de líder nacional. Mais de 90% de todo o investimento brasileiro realizado em parques industriais do setor de rochas ornamentais são para ele direcionados. O Espírito Santo é líder nacional na produção de rochas ornamentais, apresentando grande potencial geológico, além de ser o maior investidor no desenvolvimento de tecnologias para a extração e beneficiamento dos blocos. O estado conta com mais de 1.000 teares em operação, o que representa mais da metade de todos os teares instalados no país, constituindo-se o principal parque industrial do setor de rochas ornamentais na América Latina (FILHO et al., 2013).

Já segundo Chiodi Filho e Chiodi (2014), o estado apresenta mais de 1.020 teares multilâminas de aço, 150 teares de fio diamantados, 6 teares multilâminas diamantados e 6 talha-blocos multidisco, o que equivale a 73% da capacidade de serragem brasileira, tornando-se, assim, o maior Parque Brasileiro de Serragem de Chapas. Em uma comparação com outros estados produtores, o segundo estado com maior capacidade instalada de serragem é o estado do Ceará, com apenas 5% da capacidade instalada do país. São 25 teares multilâminas de aço e 6 talha-blocos multidisco. Apesar do estado de Minas Gerais ser o segundo maior produtor brasileiro de rochas ornamentais, ele ocupa apenas a quarta colocação em capacidade instalada de serragem dos blocos, com uma participação de apenas 2,5% da capacidade instalada brasileira.

O estado possui uma grande diversidade de rochas com grande apelo comercial. Dentre as principais variedades existentes de granito, no Espírito Santo, ressaltam-se nove cores predominantes: amarelo, azul, bege, branco, cinza, marrom, preto, rosa e verde. Entre as cores com maior abrangência extraídas no território capixaba, estão os granitos de cor amarela (39 variedades) e branca (21 variedades).¹

¹ Para mais detalhes sobre a grande variedade de rochas ornamentais produzida em solo capixaba, ver Filho et al. (2013).

Além do reconhecimento conquistado ao longo dos anos, pela qualidade dos produtos e modernidade do setor, fatores importantes para estimular a competitividade em relação a outros produtores, o mármore extraído na região de Cachoeiro do Itapemirim, englobando ainda a área geográfica de Vargem Alta, foi contemplado, no ano de 2011, com o Selo de Indicação Geográfica, concedido pelo Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), o que torna o setor ainda mais competitivo, agregando reconhecimento e, por consequência, valorização da imagem do produto, sendo o primeiro estado brasileiro com o certificado de indicação de procedência voltado para o setor de rochas ornamentais.

A proximidade das empresas produtoras com os portos, aliada à grande variedade e ao desenvolvimento do setor de rochas no Espírito Santo, são fatores que tornam o estado fundamental para o objetivo de impulsionar internacionalmente as exportações de rochas ornamentais brasileiras. Segundo Spínola, Guerreiro e Bazan (2004, p. 19), “[...] a vocação portuária do estado favoreceu a atividade exportadora, transformando o Complexo Portuário de Vitória no maior polo brasileiro de exportação de rochas brutas e processadas”.

A exportação de rochas ornamentais, especialmente as processadas, segundo o Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN, 2016), ocupa a terceira colocação entre os principais produtos exportados pelo Espírito Santo, com uma participação de 12,41% de tudo o que foi auferido, em valor, pelo estado, referente às exportações de 2016. Especificamente à frente das rochas processadas, os produtos mais exportados foram: o minério de ferro, os óleos brutos de petróleo, a pasta química de madeira (celulose) e os produtos semimanufaturados de ferro ou aços não ligados. Com destaque para o minério de ferro, com participação de 22,40% do total exportado. Entre os principais destinos da exportação estadual de rochas ornamentais, estão: EUA, China, Canadá, Taiwan, Venezuela e Argentina. Nacionalmente, o principal destino das rochas capixaba é o estado de São Paulo.

Dada a relevância do setor de rochas ornamentais para o estado, a presença de um setor fornecedor de máquinas e equipamentos no local de abrangência do segmento possibilita, sobretudo, maior garantia de que o prazo de entrega será respeitado, e que melhores informações sobre os

equipamentos que estão sendo adquiridos poderão ser apuradas. Por fim, evita-se a necessidade de que peças defeituosas sejam enviadas para outras localidades mais distantes, reduzindo o tempo de espera entre o concerto de determinado equipamento e sua reposição nas firmas, haja vista a sua proximidade com as assistências técnicas, também estabelecidas localmente.

Assim, identificar a forma como o processo de difusão tecnológica ocorre nas empresas fornecedoras locais de máquinas e equipamentos para o setor de rochas ornamentais é um caminho para investigar um importante fator de competitividade que faz este setor da indústria capixaba ser destaque frente aos demais estados produtores de rochas ornamentais.

7 O PROCESSO DE DIFUSÃO TECNOLÓGICA NO SETOR DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

O avanço no processo produtivo e no aumento da demanda por rochas de diferentes variedades (mármore e granito), decorrente principalmente do desenvolvimento da construção civil, em escala mundial, favoreceu que, junto com esses avanços, também se verificasse a necessidade do surgimento de um novo segmento industrial, no estado, o segmento de máquinas e equipamentos. Abreu e Carvalho (1994, p. 9) assinalam que:

Como consequência do crescimento das atividades produtivas, começa a se implantar nas cidades, sobretudo Cachoeiro, uma diversificada rede de representantes comerciais. Os principais fabricantes de máquinas e insumos para o setor começam a direcionar suas atenções para a região e procuram estabelecer canais mais diretos com a nova clientela, como alternativa para aprimorar as condições de comercialização e assistência técnica. Como decorrência, as empresas do setor passam a contar com um melhor padrão de atendimento, e também com a possibilidade de receber informações mais qualificadas sobre os produtos ofertados.

O setor de máquinas e equipamentos voltados para rochas ornamentais, no Espírito Santo, inicia-se em 1969, com o surgimento da empresa Cimef – Comércio, Indústria Mecânica, Elétrica e Fundação Ltda, no município de Cachoeiro do Itapemirim. A Cimef foi a primeira empresa

fundada, no estado, com o objetivo de atender às necessidades do setor de rochas ornamentais. No Brasil, a maior indústria produtora de máquinas e equipamentos, até então em funcionamento no país, localizava-se no estado de São Paulo, a MGM – Mecânica Geral e Máquinas Ltda. Era do estado de São Paulo, além da importação de países europeus, principalmente da Itália, que vinham parte dos equipamentos utilizados nas serrarias e marmorarias existentes no Espírito Santo. Inicialmente, a produção da Cimef estava concentrada em peças para reposição dos poucos teares em funcionamento na região. O primeiro tear produzido pela empresa é datado de 1974. Além dos teares, também passaram a ser produzidos pela empresa equipamentos de movimentação e transporte, tais como: pontes rolantes e carros autotransportadores (SILVA, 2017).

O setor de máquinas e equipamentos do Espírito Santo, atualmente, é formado em grande parte por empresas de micro e pequeno porte, sendo que grande parte, ou quase a totalidade dessas empresas, são de cunho familiar. Atualmente, até existem outras regiões, também produtoras de máquinas e equipamentos, no Espírito Santo, tais como: a região noroeste e a região metropolitana. Contudo, as maiores aglomerações estão localizadas no sul do estado, no município de Cachoeiro de Itapemirim e seu entorno, muito em virtude do setor de rochas ornamentais ter começado o seu desenvolvimento na região (SILVA, 2017).

Silva (2017) também mostrou, a partir de entrevistas e visitas à esfera de produção, que a principal forma de difusão de inovações observada no setor de máquinas e equipamentos voltado para rochas ornamentais ocorre por meio da imitação. Sobre esse aspecto, Nelson e Winter (2005, p. 187) abordam que é frequente uma firma querer se inteirar dos feitos realizados por outras firmas concorrentes e “[...] observar se a outra firma está fazendo alguma coisa que ela gostaria de ser capaz de fazer – especificamente, ganhar mais dinheiro produzindo um produto melhor, ou produzir um produto de padrão mais barato”. A produção do empresário imitador geralmente ocorrerá com a contribuição de novos elementos tecnológicos (NELSON; WINTER, 2005).² São os constantes

melhoramentos nas características de determinada inovação, tornando-a mais rentável e adaptando-a continuamente de modo a acomodar as necessidades do mercado, que a torna mais atraente aos potenciais consumidores.

Olhando o setor em perspectiva histórica, constata-se que, desde o surgimento da Cimef, em 1969, como produtora de máquinas e equipamentos, no Espírito Santo, o processo de difusão tecnológica observado no setor já ocorria por meio da imitação. Segundo Silva (2017), o primeiro modelo de tear produzido pela Cimef foi uma cópia dos modelos de teares desenvolvidos na Itália. A empresa foi fundada por dois empresários europeus, Hans Beeli e Heinz H. G. Kaschner, um cidadão alemão e um cidadão suíço, que, na Europa, tinham acesso aos projetos das máquinas então produzidas para o setor, e se utilizaram dessas informações para desenvolver os primeiros teares produzidos no estado. As máquinas e os equipamentos construídos eram essencialmente a imitação das máquinas europeias, principalmente italianas. Dentro dessa perspectiva, pode-se destacar a utilização e imitação da tecnologia italiana como um dos principais fatores que impulsionaram a indústria de rochas ornamentais capixaba.

Esse processo imitativo, no setor de máquinas e equipamentos, ocorre de algumas formas, dentre as quais podem ser evidenciadas: a participação em feiras internacionais e a união de um produtor de rochas com um fabricante de máquinas. A participação em feiras internacionais possibilita que o empresário possa observar o que há de novo no mercado. Em muitas ocasiões, durante as feiras, alguns fabricantes acabam se infiltrando por baixo das máquinas, com o intuito de fazer fotografias e filmagens do produto exposto, e, posteriormente, tentar desenvolver o produto de interesse.

Além da possibilidade de visualizar de perto o quanto os concorrentes têm evoluído, as feiras também acabam sendo uma forma dos empresários de diferentes segmentos adquirirem conhecimento através de realização de cursos de formação e seminários técnicos. São nas feiras internacionais que os empresários se deparam com as tendências que surgirão para os próximos anos e a fronteira tecnológica e mercadológica

2 Freeman e Soete (2008, p. 615) ressaltam que “os imitadores nem sempre ingressam nas “mesmas” tecnologias que os inovadores, e que os imitadores posteriores tampouco ingressam no mesmo

ponto da evolução ou da trajetória das tecnologias como os primeiros. Todas as melhorias têm um custo e todas implicam a geração de conhecimento e experiências vinculados às inovações”.

dos diferentes setores que compõem a cadeia produtiva de rochas ornamentais.

Ainda que no setor de máquinas e equipamentos haja o predomínio da difusão por meio de imitação, é importante assinalar que ao relatar as tipologias de difusão, assinalou-se que o processo de difusão tecnológica em determinados ramos também pode ocorrer de forma desincorporada. A possibilidade de participação nesses seminários de caráter técnico pode colaborar para que se verifique que o “[...] intercâmbio de informações entre profissionais e os fluxos de pessoal de P&D têm servido como mecanismos que mantêm público o conhecimento genérico” (NELSON, 2005, p. 115).

Outra forma recorrente de imitação ocorre quando um empresário do setor de rochas ornamentais adquire uma máquina de determinada empresa e comunica a outro fabricante de máquinas a aquisição de tal produto. Esse outro fabricante de máquinas, em parceria com o empresário do setor de rochas, consegue com que o empresário facilite o desmonte da máquina adquirida e consiga identificar todos os componentes envolvidos no processo de montagem da máquina analisada. Após serem identificados os componentes e a forma de montagem, o fabricante que se juntou ao empresário no desmonte da máquina consegue imitar o produto do qual até então não tinha tanto conhecimento e o coloca no mercado.

Essa relação normalmente envolve vantagens para ambos os empresários. O fabricante de máquinas consegue identificar os componentes necessários para dar prosseguimento ao processo de imitação da máquina do outro fabricante, e o empresário do setor de rochas tem a garantia que poderá conseguir, no futuro, máquinas mais baratas do empresário imitador. Muitas vezes não há um estudo para se verificar o custo em produzir determinada máquina. A intenção é imitar para conseguir expandir a participação no mercado vendendo o produto a um preço reduzido. Por exemplo, imitam-se máquinas que estão sendo vendidas por R\$ 500.000, por determinado fabricante, para serem vendidas a R\$ 450.000 por outros.

É preciso destacar que o processo imitativo, apesar de contribuir para a difusão tecnológica, também acaba restringindo avanços tecnológicos mais significativos, sendo difícil conseguir iden-

tificar empresários que trabalhem com a produção de novas tecnologias, no estado. Apesar dos diversos aperfeiçoamentos pelo qual passa uma tecnologia, ao longo de seu período útil, em termos de criação de uma máquina nova, capaz de alterar o processo da indústria de produção de máquinas e equipamentos, ainda não é possível observar no Brasil iniciativas consistentes quanto a essa estratégia, no setor aqui estudado.

Sobre esse aspecto, apesar do pouco investimento em tecnologia e produção científica para a construção de máquinas que possam modificar o processo de produção tecnológica no país, observa-se recentemente um maior empenho em pesquisas, acompanhadas por simulações laboratoriais, com o intuito de auxiliar no desenvolvimento de equipamentos que possam proporcionar uma maior qualidade ao polimento das chapas (beneficiamento secundário). Ponciano e Silveira (2017), por exemplo, destacam o desenvolvimento, no Centro de Tecnologia Mineral (Cetem), de um rebolo abrasivo, o “rebolo eco-abrasivo”, equipamento que auxilia o processo de polimento e utiliza como matriz “a resina poliuretana da mamona, tendo o carbetto de silício verde como elemento de corte” (PONCIANO; SILVEIRA, 2017, p. 6).

O equipamento, patenteado pelo Inpi em 2012, além de se apresentar como uma alternativa econômica e sustentável, por não produzir resíduos tóxicos, constitui uma possível inovação mercadológica para o setor de rochas ornamentais, pois já mostrou viabilidade técnica. Porém, é importante ressaltar que iniciativas como essa, embora demonstrem o potencial de geração de inovações que existe no setor, ainda se mostram iniciativas isoladas no contexto da totalidade da indústria, na qual a regra predominante ainda é a imitação.

A constatação de que o processo de difusão tecnológica ocorre, no setor de máquinas e equipamentos, predominantemente por meio da imitação, e levando-se em conta os outros tipos de difusão apresentados e descritos na seção 4, quando abordou-se os tipos e as formas como a difusão da inovação tecnológica ocorre, permite que seja desenvolvido, de forma sintética, o Quadro 2, com o objetivo de resumir a discussão apresentada nesta seção.

Quadro 2 – Tipos e formas de difusão tecnológica no setor de máquinas e equipamentos voltados para rochas ornamentais

Tipos de difusão	Formas de difusão da tecnologia
Difusão desincorporada	Patentes, licenciamento, divulgação de informações, seminários, entre outros. Pouco identificada no setor estudado, no Espírito Santo.
Difusão incorporada	Aquisição de equipamentos. Pouco identificada no setor estudado, no Espírito Santo.
Imitação	Cópia, não idêntica, do produto concorrente. Predominante, e identificada localmente a partir de participação em feiras internacionais e parcerias com empresários produtores de rochas ornamentais.

Fonte: elaborado pelos autores.

O Quadro 2 expõe que no setor de máquinas e equipamentos voltados para rochas ornamentais, no Espírito Santo, há o predomínio do processo de difusão tecnológica por meio da imitação. Observou-se que os empresários locais não compram máquinas e equipamentos de outros fabricantes, mesmo que o interesse esteja em imitar a inovação posteriormente. Contudo, existe a incorporação de mecanismos e pequenas tecnologias que podem auxiliar no processo de aperfeiçoamento das máquinas produzidas. Seja um novo suporte para um disco de polimento, ou a inclusão de uma nova peça que favoreça o contato entre as rochas e os abrasivos.

A constatação de que o processo de difusão no setor de máquinas e equipamentos para rochas ornamentais ocorre por meio da imitação revela também que os mecanismos para se garantir o direito de propriedade, no setor, não atuam de forma eficiente. O principal mecanismo utilizado para garantir com que a tecnologia desenvolvida permaneça no controle dos empresários do setor são as patentes.

Contudo, é cada vez mais evidente a falta de interesse dos empresários em buscar formas de conter o processo imitativo. O próprio direito de patente demanda somas de recursos até ser concedido. Conforme notado por Silva (2017), a facilidade com que as máquinas e equipamentos podem ser imitados resulta no fato de que no setor é praticamente impossível se obter a garantia de controle da tecnologia desenvolvida. Assim, entende-se não haver condições de esconder o surgimento de uma inovação. Da mesma forma que as empresas atuam como copiadoras elas são passíveis de serem copiadas. Quando um equipamento chama atenção do mercado e sai do domínio do empresário, a chance desse equipamento não ser copiado é quase inexistente.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho buscou identificar o processo de difusão de inovações tecnológicas no setor de máquinas e equipamentos voltados para rochas ornamentais, no Espírito Santo. A motivação para o desenvolvimento da pesquisa surgiu da percepção de que, além de grande produtor de rochas ornamentais, o estado também é o maior produtor de máquinas e equipamentos para o segmento, no país. Ainda que se verifique a existência de outros estados concorrentes, também produtores de máquinas e equipamentos, nenhum outro estado possui uma estrutura de suporte ao segmento de rochas superior ao observado em terras capixabas.

Não são poucas as pesquisas que tratam das rochas ornamentais nos estados brasileiros, tentando mostrar os tipos de rochas produzidos e a utilidade comercial de muitas. E sempre destacando o Espírito Santo como grande produtor e exportador, possuindo vários cursos profissionalizantes, mão de obra especializada e diversas variedades exóticas de rochas. Porém, não há ainda um estudo que enfoque a importância dos fabricantes de máquinas e equipamentos, proporcionando suporte ao produtor de rochas. Este trabalho procurou preencher essa lacuna nos estudos acadêmicos sobre o setor.

Desde o surgimento das empresas fornecedoras de máquinas e equipamentos voltadas para rochas ornamentais, mais precisamente na região de Cachoeiro do Itapemirim, houve uma internalização de um conjunto de agentes, configurados na forma de micro e pequenas empresas, capazes de prestar todo o suporte necessário ao empresário produtor, independente da etapa produtiva em que ele esteja situado (extração, beneficiamento primário, beneficiamento secundário). Fator esse que favorece a competitividade dos fabricantes de máquinas e equipamentos presentes no estado frente aos prin-

cipais concorrentes mundiais, pois é importante os produtores locais de rochas terem a proximidade de uma rede de assistência técnica que reduza o tempo de espera decorrido da quebra das máquinas e dos equipamentos até o seu reestabelecimento técnico.

Apesar de o estado do Espírito Santo ser um grande produtor de máquinas e equipamentos, é preciso frisar que ainda há importação de máquinas e equipamentos de outros países. Esse fato ocorre essencialmente em virtude da baixa capacidade dos fabricantes brasileiros conseguirem produzir em série, consequência da falta de capital de giro. Sem dúvida esse é um dos motivos pelos quais se justificaria a inexistência de exportação, ou a ocorrência de exportações pontuais, por parte do setor local. Porém, levando-se em conta também que a produção de máquinas e equipamentos locais esteja distante da fronteira tecnológica dos fabricantes estrangeiros, os empresários entrevistados para o desenvolvimento da pesquisa de Silva (2017) foram unânimes em destacar que todos os produtos necessários ao segmento de rochas ornamentais podem ser produzidos internamente, o que garante aos produtores locais condições mínimas de competitividade frente aos grandes concorrentes mundiais.

Considerando-se essa capacidade em produzir tudo o que é necessário, em se tratando de máquinas e equipamentos, pelos fabricantes no estado, levanta-se uma questão: como ocorre o processo de difusão tecnológica nesse setor? Desde as primeiras inovações tecnológicas introduzidas, observa-se um intenso processo de imitação. O processo imitativo é reflexo da baixa ou inexistente capacidade dos fabricantes em assegurar seus direitos de propriedade sobre a inovação.

Segundo os empresários, o principal mecanismo utilizado para manter o direito de propriedade da inovação, no setor, são as patentes. Entretanto, esse mecanismo demanda muito tempo até que o direito de patente seja concedido, não obstante a necessidade do empresário em demandar uma soma de recursos que poderiam ser utilizados em pesquisas e aperfeiçoamentos tecnológicos. E esse esforço pode ser inútil, pois, como visto, devido a características específicas do setor, quando um equipamento chama atenção do mercado e sai do domínio do empresário, a chance desse equipamento não ser copiado é quase inexistente.

E esta característica imitativa presente na fabricação desses tipos de máquinas e equipamentos, como a pesquisa procurou mostrar, foi decisiva historicamente para o seu desenvolvimento no Espírito Santo. É fundamental, também, para que chegasse até os dias atuais representando importante elo da cadeia produtiva de rochas ornamentais do estado, setor, como visto, responsável por importante fatia do PIB e das exportações capixabas.

REFERÊNCIAS

ABREU, A.; CARVALHO. **A força das pedras: o mármore e o granito do Espírito Santo**. Vitória: Editora Pedreiras do Brasil Ltda, 1994.

CHIODI FILHO, C.; CHIODI, D. K. O setor de rochas ornamentais no Brasil. In: FRANCISCO, W. H.; VIDAL, H. C. A. A.; NURIA, F. C. (Orgs.). **Tecnologia de rochas ornamentais: pesquisa, lavra e beneficiamento**. Rio de Janeiro: Cetem/MCTI, p. 495-527, 2014.

COSTA, I. L. S. **Cachoeiro: suas pedras e sua história**. Cachoeiro do Itapemirim: Editora Sagraf, 1991.

DOSI, G. **Mudança técnica e transformação industrial: a teoria e uma aplicação à indústria dos semicondutores**. Campinas: Editora da Unicamp, 2006.

FILHO, R. S.; MATOS, G. M. M.; MENDES, V. A.; IZA, E. R. H. F. **Atlas de rochas ornamentais do estado do Espírito Santo**. Brasília: CPRM, 2013.

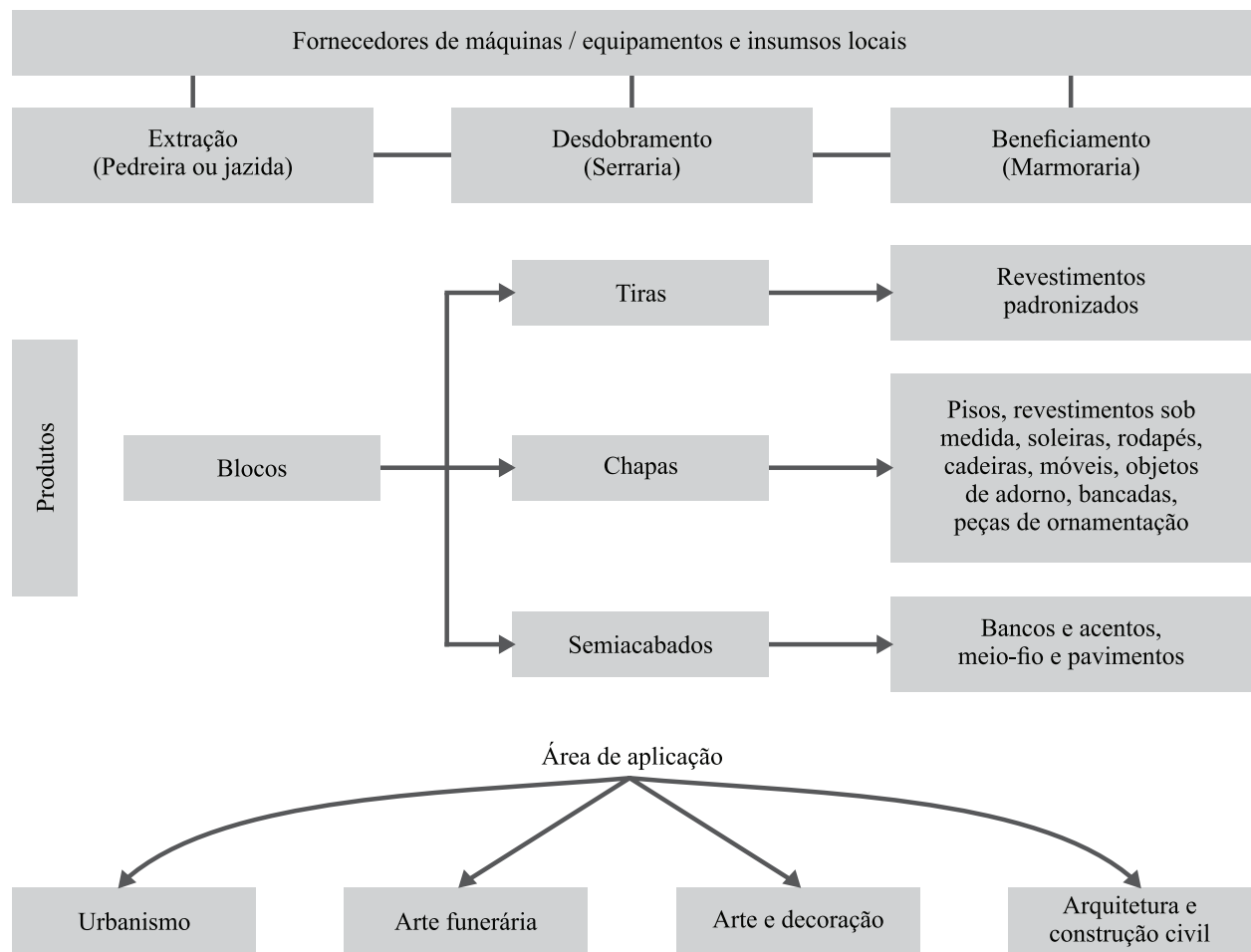
FREEMAN, C.; SOETE, L. **A economia da inovação industrial**. Campinas: Editora da Unicamp, 2008.

FURTADO, A. Difusão tecnológica: um debate superado. In: PELAEZ, V.; SZMRECANYI, T. (Orgs.). **Economia da inovação tecnológica**. São Paulo: Hucitec, p. 168-192, 2006.

GIACONI, W. J. **Perfil atual da indústria de rochas ornamentais no município de Cachoeiro do Itapemirim**. 1998. 108f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Programa de Pós Graduação em Geociências, Administração e Política de Recursos Minerais, Universidade Estadual de Campinas, 1998.

- IJSN. Instituto Jones dos Santos Neves. **Balança comercial do Espírito Santo, 2016**. Disponível em: <<http://www.ijsn.es.gov.br/temas/economia>>. Acesso em: 21 mai. 2017.
- KUPFER, D. Uma abordagem neoschumpeteriana da competitividade industrial. **Revista Ensaios FEE**, Porto Alegre, v.17, n.1, p. 355-372, 1996.
- LA ROVERE, R. L. Paradigmas e trajetórias tecnológicas. In: PELAEZ, V.; SZMRECANYI, T. (Orgs.). **Economia da inovação tecnológica**. São Paulo: Hucitec, 2006. p. 285-301.
- MATOS, J. G. R.; MATOS, R. M. B.; ALMEIDA, J. R. **Análise do ambiente comparativo: do caos organizado ao planejamento estratégico das organizações**. Rio de Janeiro: E-papers Serviços Editoriais, 2007.
- MENEZES, R. G. **Tecnologias de lavra em maciços rochosos**. 48f. Monografia apresentada ao Centro de Ciências Matemática e da Natureza da Universidade Federal do Rio de Janeiro para a colação do Grau de Geólogo, 2005.
- NELSON, R. R. **As fontes do crescimento econômico**. Campinas: Editora da Unicamp, 2005.
- NELSON, R. R.; WINTER, S. G. **Uma teoria evolucionária da mudança econômica**. Campinas: Editora da Unicamp, 2005.
- PONCIANO, V. M.; SILVEIRA, L. L. L. Utilização do sic verde como elemento de corte em rebolos abrasivos para polimento de rochas ornamentais confeccionados com matriz vegetal. XXV JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E I JORNADA DE INICIAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E INOVAÇÃO. Rio de Janeiro, 2017. **Anais...**, Cetem, 2017.
- SABADINI, M. S. **Os distritos industriais como modelo de crescimento endógeno: o caso do setor de rochas ornamentais (mármore e granito) no município de Cachoeiro de Itapemirim (ES)**. 1998. 173f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Programa de Pós Graduação em Economia, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória (ES), 1998.
- SCHUMPETER, J. A. **Capitalismo, socialismo e democracia**. Rio de Janeiro: Editora Fundo de Cultura, 1961.
- _____. **Teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito juro e o ciclo econômico**. São Paulo: Editora Nova Cultural, 1996. (Os economistas).
- SILVA, M. C. **Um estudo de difusão de inovações tecnológicas: o caso do setor fornecedor de máquinas e equipamentos para rochas ornamentais no Espírito Santo**. 2017. 135f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Programa de Pós Graduação em Economia, Universidade Federal do Espírito Santo, 2017.
- TEECE, D. Profiting from technological innovation: implications for integration, collaboration, licensing and public policy. **Research Policy**, v. 15, 1986.
- TIGRE, P. B. **Gestão da inovação: a economia da tecnologia no Brasil**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.
- TORRES, R. L. A inovação na teoria econômica: uma revisão. In: VI ENCONTRO DE ECONOMIA CATARINENSE, Joinville, 2012. **Anais...**, Joinville, 2012.
- VIDAL, F. W. H. Lavra de rochas ornamentais. In: FRANCISCO, W. H.; VIDAL, H. C. A. A.; NURIA, F. C. (Orgs.). **Tecnologia de rochas ornamentais: pesquisa, lavra e beneficiamento**. Rio de Janeiro: Cetem/MCTI, 2014, p. 155-257.
- VILLASCHI, A.; SABADINI, M. **Arranjo produtivo de rochas ornamentais (mármore e granito) /ES**. Relatório de pesquisa BNDES. Rio de Janeiro, 2000.

ANEXO - REPRESENTAÇÃO DA CADEIA PRODUTIVA DO SETOR DE ROCHAS ORNAMENTAIS



Fonte: Sabadini (1998).