

"ARDÓSIA" DE TROMBUDO CENTRAL (SC) - VARVITO

Florianópolis, 2018





DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL

**DIRETOR-GERAL
VICTOR HUGO FRONER BICCA**

SUPERINTENDÊNCIA DE SANTA CATARINA

**SUPERINTENDENTE
GILMAR OLIVEIRA GONÇALVES**

DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO DA MINERAÇÃO

**DIRETOR
WAGNER FERNANDES PINHEIRO**

COORDENADOR DA SUSTENTABILIDADE DA MINERAÇÃO

MATHIAS HEIDER

CHEFE DA DIVISÃO DE DESENVOLVIMENTO DA MINERAÇÃO EM SC

FÁBIO LARROYD

ELABORAÇÃO

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL – DNPM

Diretoria de Planejamento e Desenvolvimento da Mineração

Setor de Autarquias Norte - Quadra 01 - Bloco B - 2º Andar

Telefone: 55 61 3312-6740 / PABX: 3312-6666 - Fax: 55 61 3224-2948

70.040-200 - Brasília (DF) - Brasil

URL: <http://www.dnpm.gov.br>

SUPERINTENDÊNCIA DE SANTA CATARINA

Rua Álvaro Millen da Silveira, 104 Centro

Florianópolis - SC - CEP 88020-180

Telefone: 55 48 3216-2300/ 48-3216-2307 – Fax: 55 48 3216-2334

E-mail: dnpm-sc@dnpm.gov.br

EQUIPE TÉCNICA

Fábio Larroyd

Júlio Cesar Recuero

Camila Lamonato Centeno

Mathias Heider

Todos os direitos reservados

Reprodução autorizada mediante registro de créditos à fonte (Lei n 9.610/98).

Versão 1 – abril/2018

Disponível também em: www.dnpm.gov.br

Fotografias (Créditos): Fábio Larroyd, Selmar A. de Oliveira, Silvio C. Correia, Fabiano Rossini, Camila L. Centeno e Joni L. Pires.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) – Ficha Catalográfica.

Departamento Nacional de Produção Mineral/Agência Nacional de Mineração
L333a Larroyd, Fábio
“Ardósia” de Trombudo Central (SC) – Varvito / Fábio Larroyd, Júlio C.
Recuero, Camila L. Centeno, Mathias Heider. – Florianópolis: DNPM, 2018.
39 p.: il. color.

Extensionismo Mineral e Sustentabilidade da Mineração.

1. Rochas Ornamentais – Santa Catarina. 2. Ardósia. 3. Varvito – Trombudo Central.
I. Departamento Nacional de Produção Mineral. II. Título.

CDD 553

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos que, de uma forma ou de outra, auxiliaram ou colaboraram no desenvolvimento do presente trabalho, principalmente as empresas Alpha Mineradora de Pedra Ltda, Alto Vale Mineração Ltda, Ardósia do Vale Ltda, Central de Britagem Castelinho Ltda, Industria de Moveis de Pedra Venturi Slate Ltda, Indústria e Comércio de Pedras Dois Irmãos Ltda, Indústria e Comércio de Pedras Salvador Ltda e Pedras Eissmann Ltda, pelas informações prestadas referente aos produtos fabricados. Também agradecemos a prefeitura de Trombudo Central, em especial a Sra Excelentíssima Prefeita Geovana Gessener, pelo apoio logístico na coleta de dados e contato junto às empresas.

Sumário

APRESENTAÇÃO	V
1. Introdução	7
2. Localização e situação político econômica	9
3. Ardósia.....	10
3.1. Aspectos geológicos das ardósias	10
3.2. Aspectos econômicos das ardósias	11
4. Varvito de Trombudo Central	12
4.1. Aspectos geológicos do varvito de Trombudo Central	12
4.2. Aspectos econômicos do varvito de Trombudo Central.....	15
5. Método de extração do varvito em Trombudo Central.....	19
6. Geração e aproveitamento dos resíduos oriundos da exploração de varvito.....	22
7. Produtos fabricados a partir do varvito de Trombudo Central	26
7.1. Produtos semibrutos	28
7.2. Produtos manufaturados	31
8. Desafios da atividade de mineração de varvito em Trombudo Central	34
9. Conclusões.....	36

APRESENTAÇÃO

A Superintendência do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM em Santa Catarina disponibiliza o trabalho intitulado **“Ardósia” de Trombudo Central (SC) – Varvito**. O texto apresenta dados históricos sobre a exploração de rocha ornamental em Trombudo Central, além de detalhar as características da rocha varvítica, os produtos fabricados, as técnicas de extração e a geração de resíduos. No âmbito da Sustentabilidade da mineração e do Extensionismo Mineral são abordadas as dificuldades e os problemas enfrentados ao longo da cadeia produtiva, discutindo-se simultaneamente as soluções técnicas pertinentes. Por fim, cumpre-se o objetivo de difundir o conhecimento relativo às atividades de mineração no estado de Santa Catarina, particularmente do setor de rochas ornamentais, contribuindo para divulgar e valorizar os produtos à base de varvito. Esta publicação, bem como os demais trabalhos técnicos produzidos pelo DNPM, pode ser consultada no nosso portal na internet no endereço <http://www.dnpm.gov.br>. Avaliações, críticas e sugestões são bem-vindas e podem ser enviadas ao correio eletrônico: dnpm-sc@dnpm.gov.br, contribuindo assim para o aperfeiçoamento do trabalho.

GILMAR OLIVEIRA GONÇALVES
Superintendente do DNPM/SC

“ARDÓSIA” DE TROMBUDO CENTRAL (SC) – VARVITO

1. Introdução

No município Catarinense de Trombudo Central ocorre uma intensa atividade de extração de rochas ornamentais, marcada pelo modo artesanal com que os blocos são serrados, dando origem a frentes de lavra de formato tabular com bancadas retilíneas. Tratam-se de rochas sedimentares classificadas geologicamente como varvitos mas que adquiriram, ao longo do tempo, a denominação comercial de ardósia devido algumas semelhanças como: aspecto listrado, boa coesão, facilidade de deslocamento, além da utilização e do mercado afins.

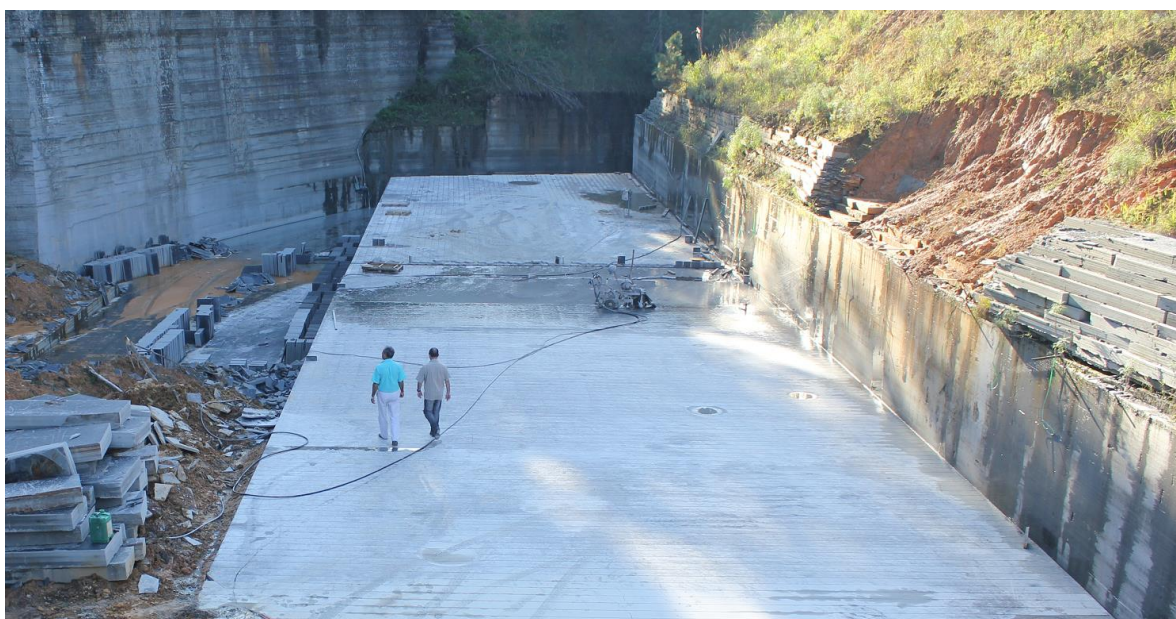


Figura 01: Formato tabular da frente de extração de varvito em Trombudo Central.

A exploração de varvito em Trombudo Central iniciou de modo rudimentar em meados dos anos 70, particularmente para uso como pedra de calçamento. As rochas extraídas eram comercializadas sem qualquer beneficiamento, apresentando formato bastante irregular. A melhoria de acabamento do produto foi obtida pelo uso de esquadros marcando as linhas dos cortes. Na década de 90 a introdução de máquinas elétricas (semi-manual), dotadas de discos com bordas diamantadas, substituíram as ponteiras, marretas e os esquadros, permitindo cortes perfeitamente esquadrejados e profundos. Nos dias de hoje, grande parte das necessidades de material para construção civil da região é suprida por artefatos de varvito, sobretudo: pedras de calçamentos, construção de muros, pisos externos, blocos, bloquetes, painéis estruturais para galerias pluviais, pontos de ônibus, estruturas decorativas, moirões, vigas, etc. (Cunha, J.P., 2007).

A evolução das técnicas de corte possibilitou a extração de placas muito grandes e extremamente planas, despertando o interesse de empresários no processamento de

chapas para usos mais nobres (revestimento, ornamental, mesa de bilhar, jazigo, utensílios, decoração, móveis, etc). Com a inauguração das fábricas de beneficiamento, produtos manufaturados de maior valor agregado foram disponibilizados, ampliando-se, conseqüentemente, o volume total produzido a ponto de constituir, nos dias de hoje, numa importante fonte de geração de empregos e renda para o município de Trombudo Central.

A demanda crescente dos produtos à base de varvito, seja para fins de utilização como artefatos semibrutos na construção civil ou como chapas beneficiadas usadas na confecção de produtos melhor elaborados, promoveu uma intensificação das operações de lavra na região. Tal fato levou à exaustão de algumas cavas, ao aprofundamento de outras e a abertura de novas frentes, atingindo, nos dias de hoje, aproximadamente 50 (cinquenta) pontos de extração no município (vide mapa da figura 02).

Ao mesmo tempo que a exploração de varvito atingiu uma dimensão importante para a economia do município de Trombudo Central, paralelamente observou-se o surgimento de problemas relacionados ao método de lavra inadequado, geração indiscriminada de resíduos e subvalorização dos produtos comercializados. Neste sentido, foi proposto pela Divisão de Desenvolvimento da Mineração - DDM da Superintendência do DNPM de Santa Catarina a execução do presente trabalho, com o propósito de abordar os problemas citados e discutir as soluções técnicas para enfrentamento dos mesmos, além de apresentar dados históricos sobre a exploração de rocha ornamental em Trombudo Central. O texto aborda ainda os aspectos litológicos/genéticos da rocha varvítica, a diferenciação da terminologia comercial/geológica entre o varvito e a ardósia, as estatísticas de produção/comercialização, além de detalhar as operações de lavra, técnicas de extração e geração de resíduos. São levantados os problemas relacionados às deficiências das operações de lavra, deposição inadequada de estéreis/resíduos e subvalorização dos produtos. Também é apresentada farta documentação fotográfica dos principais produtos oriundos do varvito (semibrutos e beneficiados), servindo como uma espécie de catálogo de produtos, usos e aptidões da rocha.

Dados referentes ao método de lavra, técnicas de corte, extração e geração de resíduos graúdos foram levantados em vistorias de rotinas pela equipe da Divisão de Fiscalização do Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM ou Agência Nacional de Mineração – ANM, em áreas regularizadas e que dispusessem de algum título para exploração, seja Registro de Licença, Portaria de Lavra ou Guia de Utilização. Já os dados qualitativos e quantitativos dos produtos fabricados (semibrutos ou beneficiados) e dos resíduos gerados (finos e graúdos) foram levantados por técnicos da Divisão de Desenvolvimento da Mineração, mediante entrevistas com produtores e fabricantes, além de visita aos pontos de venda e às usinas de beneficiamento. Os dados coletados, tratados e analisados, juntamente com revisão da bibliografia, serviram de base para o desenvolvimento do presente trabalho.

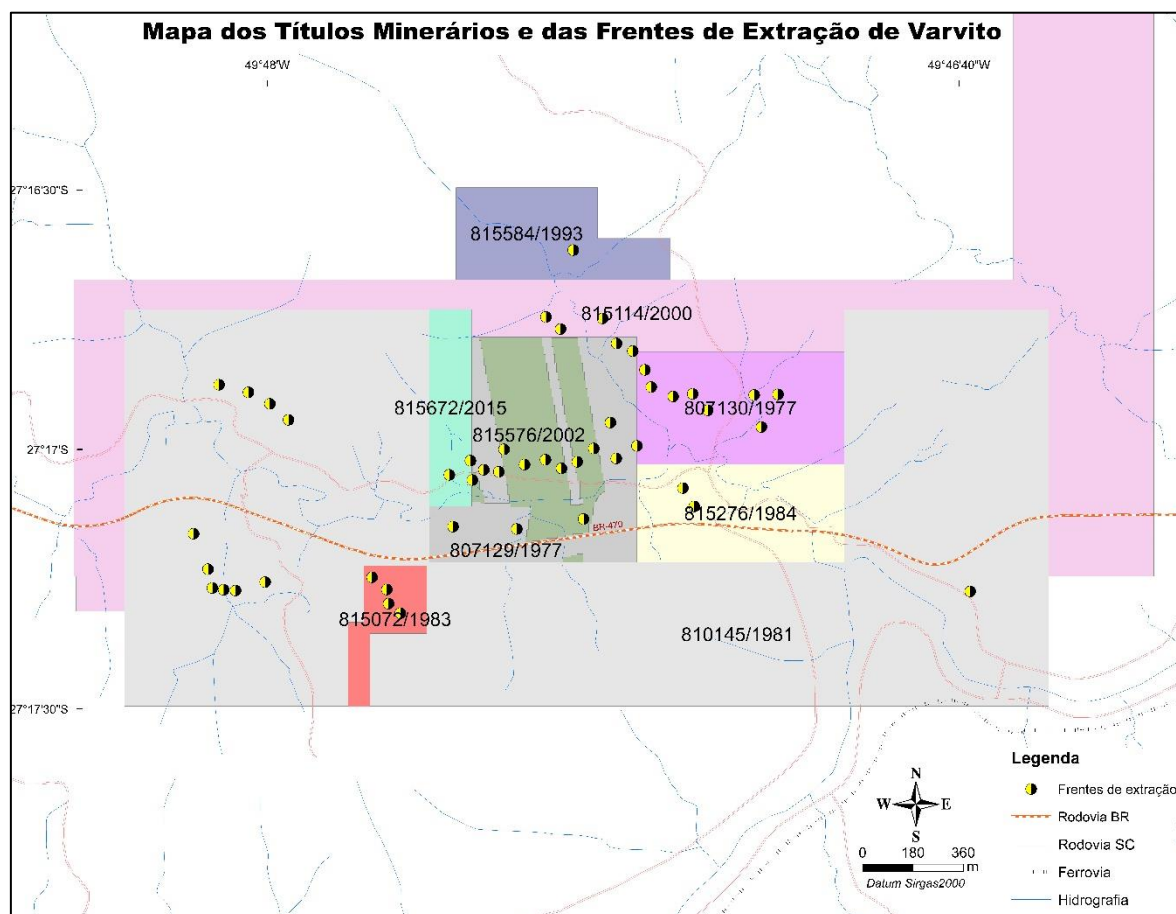


Figura 02: Mapa dos títulos minerários e das frentes de extração de varvito.

Tabela I: Relação dos processos minerários existentes na área de extração de varvito.

PROCESSO	FASE	TITULAR	ÁREA (ha)
807.129/1977	Concessão de Lavra	Comércio de Pedras Ardósia Central Catarinense Ltda	25,6
807.130/1977	Concessão de Lavra	Mineração Trevo Ind. e Com. de Pedra Ardósia Ltda	26,4
810.145/1981	Concessão de Lavra	Alto Vale de Mineração Ltda	289,13
815.276/1984	Concessão de Lavra	Alto Vale de Mineração Ltda	23,1
815.114/2000	Concessão de Lavra	J M Comércio e Mineração de Pedras Ltda	168,73
815.072/1983	Licenciamento	Hasse Pioneiros Ltda	6,82
815.576/2002	Requerimento de Lavra	J M Comércio e Mineração de Pedras Ltda	19,29
815.584/1993	Requerimento de Lavra	José Facchini	18,17
815.672/2015	Requerimento de Lavra	Alpha Mineradora de Pedras Ltda	9,41

2. Localização e situação político econômica

Trombudo Central é um município de pequeno porte com uma população de 6.553 habitantes (IBGE, 2010). Localiza-se em Santa Catarina na região do Alto Vale do Itajaí, sendo colonizado a partir de 1904 por imigrantes descendentes de alemães e italianos.

A economia do município baseia-se principalmente no setor industrial, com destaque para as indústrias de porcas/parafusos, fornos industriais e estufas (gás e elétricos), máquinas/equipamentos para a indústria feculeira, além da

extração/beneficiamento de varvito. Na agricultura, merece destaque a produção de mandioca, milho, fumo, feijão e cebola e, na pecuária, a criação de aves e suínos (Município de Trombudo Central).

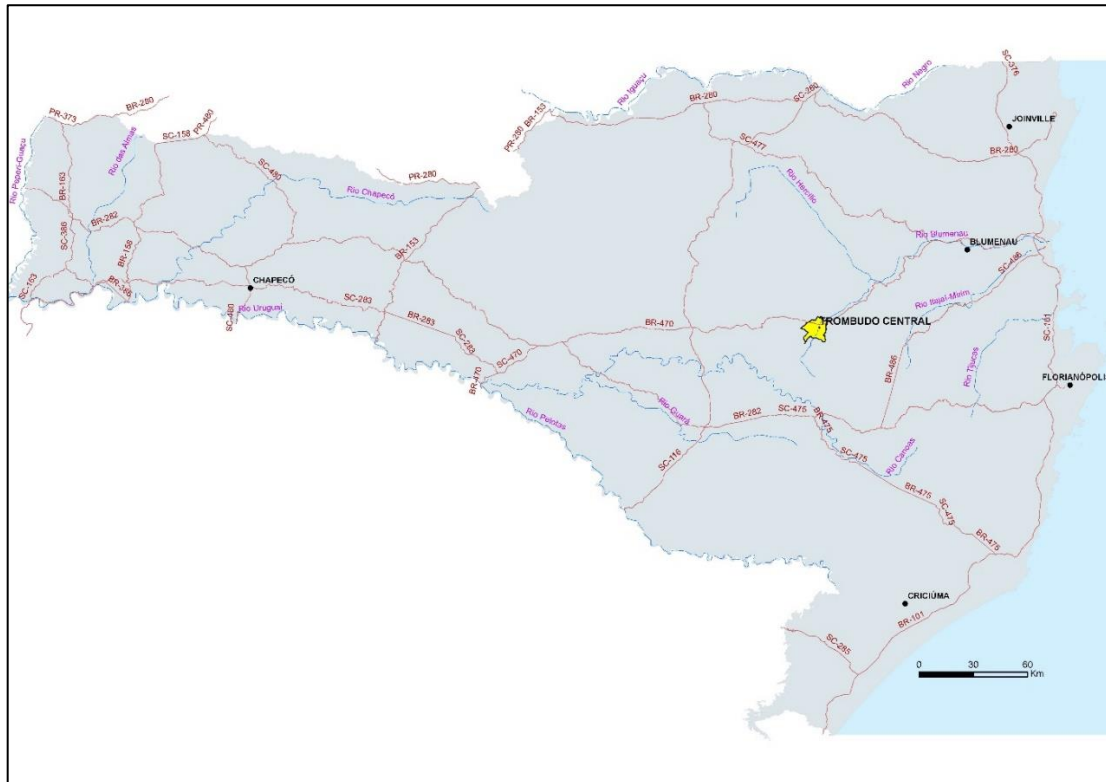


Figura 03: Mapa de localização do município de Trombudo Central.

3. Ardósia

3.1. Aspectos geológicos das ardósias

Ardósia é uma rocha metamórfica de grau muito baixo caracterizada pela granulação fina, pouco brilho, cristalinidade baixa e presença de clivagem ardosiana penetrativa (protoxistosidade). A clivagem decorre do alinhamento preferencial de minerais filitosos como sericita, pirofilita e clorita, originários a partir da recrystalização metamórfica de grau baixo em rochas pelíticas (Winge, M. *et. al.*, 2001).

Em síntese, podemos definir ardósia como um termo geológico empregado para classificar rochas que possuem facilidade de deslocamento ao longo de planos de clivagem/foliação, gerados mediante alinhamento de minerais recristalizados por ação do metamorfismo de baixo grau. Existem controvérsias mundiais sobre as condições metamórficas atuantes no desenvolvimento da clivagem penetrativa das ardósias. Gonzalez-Mesones (2007), sugeriram limitar a definição científica/comercial do termo ardósia somente para rochas cuja clivagem fosse proveniente de esforços tectônicos, em detrimento aos esforços de soterramento. Tal estudo, com práticas nitidamente protecionistas, serviu para normatizar o mercado de ardósia na Comunidade Europeia.

Além da clivagem preferencial, outras propriedades físicas importantes como dureza média, baixa porosidade, alta resistência à flexão e durabilidade, fazem da ardósia uma rocha com ampla utilização como material de revestimento e, principalmente, recobrimento de telhados (Chiodi Filho, C., 2011). Tradicionalmente as ardósias oriundas de eventos metamórficos de baixo grau apresentam índices de porosidade e absorção menores que 1,5% e 0,6%, respectivamente (ABIROCHAS/CETEM, 2002).

3.2. Aspectos econômicos das ardósias

A Espanha é o maior produtor mundial de ardósia com 666.364 toneladas produzidas no ano 2007 (auge da produção) e vendas no valor de 253 milhões de Euros. Com a crise imobiliária de 2007 a produção caiu drasticamente e não mais retomou os patamares antigos, atingindo 475.752 toneladas ano de 2016 (Cruz, J. M., 2017). A maior parte desta produção é exportada para a França (maior consumidor mundial de ardósia), para uso predominantemente em telhados.



Figura 04: Extração de ardósia na Espanha. (Disponível em <https://www.focuspedra.com>)

As ardósias destinadas para telhados são inicialmente recortadas em pequenos blocos, de formato e tamanho pré-definido e, posteriormente, são deslocadas manualmente em espessuras da ordem de 4-5mm. Este produto é considerado manufaturado e possui preço de comercialização compatível com a qualidade, designer e raridade do produto, atingindo na Europa o valor de U\$ 657 dólares a tonelada. Tradicionalmente a França utiliza ardósia em cobertura de telhados devido à leveza, baixa absorção de água, isolamento térmico/acústico e durabilidade superior a 100 anos, levando vantagem na maior parte dos quesitos em relação as telhas de cerâmica ou fibrocimento, além do aspecto estético.



Figura 05: Telhado recoberto com ardósia. (Disponível em <https://www.focuspedra.com>)

Outros usos de ardósia industrializada no mercado mundial são para tampo de mesa de bilhar, peças decorativas, revestimento, piso, jazigo, etc., com preço compatível à ardósia empregada em telhados, porém em quantidade significativamente menor.

De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais, o Brasil é o segundo colocado no ranking mundial, tanto na produção quanto no consumo de ardósia, sendo que Minas Gerais responde por mais de 90% da oferta. A quantidade total de material extraído nas bancadas de ardósia em Minas Gerais no ano de 2013 foi de 1,93 milhões de toneladas, subtraindo-se as perdas, a quantidade de produtos (blocos e placas) recuperados para comercialização chegou a 580 mil toneladas (KISTEMANN & CHIOLDI, 2014). Cabe destacar que a maior parte do volume produzido e consumido no mercado interno é destinado para uso na construção civil, com baixíssimo valor agregado, particularmente como pisos ou artefatos de construção.

No ano de 2015, as exportações brasileiras de ardósia totalizaram 95,6 mil toneladas, ficando em terceiro lugar atrás da Espanha e da China. Tais vendas, compostas essencialmente de peças industrializadas (chapas e telhas), renderam aproximadamente U\$ 40 milhões em divisas (ABIROCHAS, 2016). Segundo Cárdenes, V. (2013), em 2011 o preço médio da tonelada do produto brasileiro (479 U\$/ton) era inferior ao praticado pela Espanha (657 U\$/ton), porém, superior ao preço praticado pela China (343 U\$/ton).

4. Varvito de Trombudo Central

4.1. Aspectos geológicos do varvito de Trombudo Central

A utilização do termo ardósia para designar as rochas exploradas em Trombudo Central adquiriu popularidade devido as semelhanças nas características físicas da rocha, nos produtos derivados e nos mercados consumidores finais. Tratam-se de rochas

sedimentares estratiformes formadas pela alternância rítmica de bandas de composição detrítica (cor clara) e pelítica (cor escura), de espessura centimétrica a decimétrica, resultando numa textura listrada marcante e aspecto laminar, geologicamente denominadas de varvito. Aspectos geológico-genéticos (ausência de metamorfismo) e mineralógicos (ausência de recristalização) não respaldam a adoção do termo ardósia no meio científico/acadêmico, entretanto, comercialmente a semântica do termo apresenta importância secundária, prevalecendo, neste caso, o conjunto de propriedades físico-químicas da rocha, além dos ensaios tecnológicos de aptidão.



Figura 06: Detalhe da estrutura listrada/bandada do varvito de Trombudo Central.

Quimicamente a rocha varvítica de Trombudo Central apresenta a seguinte composição média: SiO_2 (72,5%), Al_2O_3 (8,77%), Na_2O (3,64%), MgO (3,06%), CaO (2,91%), Fe_2O_3 (2,88%), K_2O (1,68%), TiO_2 (0,1%), MnO (0,01%) e P.F (4,53%).

A rocha varvítica teve origem a partir de evento geológico deposicional ocorrido há mais de 298,90 milhões de anos atrás, mediante sedimentação glacial-lacustre em ciclos alternados de materiais detríticos e pelíticos, com maior ou menor incorporação de matéria orgânica dependendo da estação do ano.

O intervalo rítmico formado por duas bandas distintas (escura e clara) é denominado de “varve” e materializa o período deposicional de um ano. Durante as estações mais quentes, o derretimento do gelo se intensifica e transporta maior quantidade de areia e silte para o fundo do lago, formando as camadas mais espessas e claras (siltito ou arenito). Também neste período, blocos transportados pelas geleiras podem se desprenderem e acabarem no fundo do lago, formando os seixos pingados entre as varves do depósito sedimentar. Contrariamente, nas estações mais frias do ano os

corpos d'água congelam e as partículas mais finas (argila) se depositam no fundo do lago, juntamente com matéria orgânica de ambiente redutor, formando as lâminas mais escuras e delgadas conhecidas como folhelhos.



Figura 07: Detalhe de uma peça de varvito serrada contendo seixo pingado.

Segundo mapa geológico da CPRM (Wildner, et. al., 2014), a sequência de rochas aflorantes em Trombudo Central integram o Grupo Itararé (C2P1i) com sedimentação periglacial, subglacial glácio-marinha a glacial, típica; ou ainda, especificamente ao Membro Rio do Sul (C2P1rs), de idade Carbonífera (298,90 milhões de anos) marcado por: rochas a base de folhelhos e siltitos cinza-escuros a pretos, diamictitos e conglomerados com acamadamento gradacional, ritmitos varvitos com seixos e arenitos muito finos a médios, com laminações plano-paralelas e cruzadas, convolutas, *climbing*, *flaser* e *hummocky*. Neste contexto, os “ritmítos varvitos” se destacam como constituinte da sequência litológica explorada para aproveitamento de rochas ornamentais denominadas popularmente de ardósia, vide pontos de extração e unidade litológicas ilustradas no mapa geológico da figura 08.

Eventos geológicos de diagênese/soterramento, relacionados à subsidência da bacia do Paraná, confinaram os sedimentos à condições específicas de temperatura e pressão suficientes para gerar rochas de boa coesão, com planos de fraqueza pronunciados ao longo da laminação pelítica (folhelho) plano-paralela, facilitando o deslocamento da rocha e a obtenção de placas íntegras de grandes dimensões. Devido às propriedades litológicas, características texturais marcantes e facilidade de extração, tem-se na região uma exploração intensa destas rochas ao longo de décadas.

Os blocos de varvito são recortados em dimensões variadas, condicionados ao tipo de produto comercializado. Alguns produtos são dependentes da concentração, espessura e composição dos estratos/bandas expostos na frente de lavra, visto que verticalmente a jazida apresenta variações, podendo ocorrer concentrações de níveis carbonosos

(folhelhos). Neste caso, o material é descartado ou tem seu aproveitamento restrito para peças ou blocos de dimensões compatíveis com a espessura de deslocamento laminar da camada aflorante. Bandas de folhelho carbonoso muito espessas inviabilizam a fabricação de peças industrializadas, uma vez que a baixa coesão ou fragilidade deste material provoca desintegração natural quanto exposto ao ambiente.

Foram identificados aproximadamente 50 pontos de extração (frentes de lavra), os quais a maioria em atividade e, que se concentram numa área de apenas 2,5 km² ao longo da rodovia BR-470, na localidade de Bracatinga I (vide mapa da figura 08). Além das jazidas em lavra, inúmeros pontos de venda de peças recortadas no estado semibruto e algumas fábricas de beneficiamento de produtos manufaturados, ali se encontram.

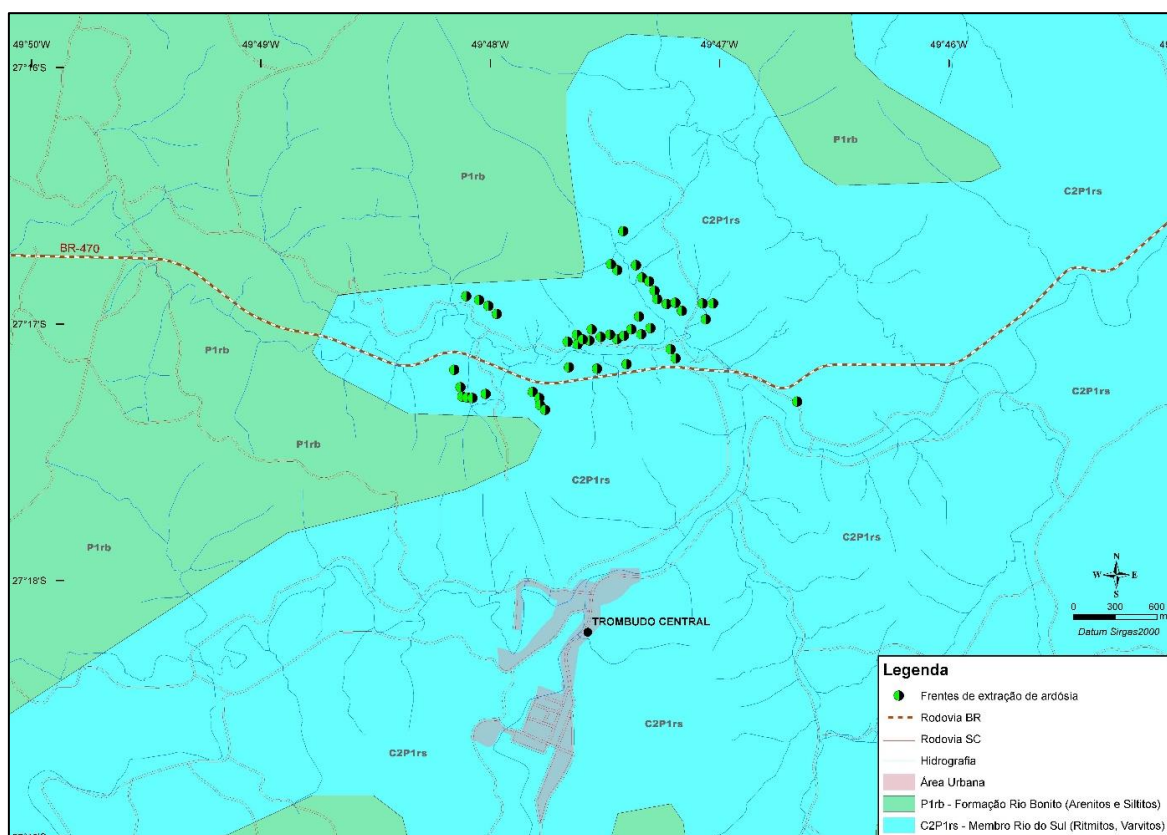


Figura 08: Mapa geológico da região produtora de varvito em Trombudo Central. (Modificado de Wildner, *et al.*, 2014).

4.2. Aspectos econômicos do varvito de Trombudo Central

Dados obtidos dos Relatórios Anuais de Lavra – RALs mostram, conforme gráfico na figura 09, que a produção bruta de varvito (ardósia) em Trombudo Central atingiu mais de 350 mil toneladas no ano de 2016, com uma curva de produção crescente desde 2005 (AMB – DNPM, 2017). Cabe destacar que estes números envolvem a produção bruta (ROM) e, possivelmente estão inflados em aproximadamente 25% por refugos (rejeitos) provenientes de quebras, que são encaminhados para reciclagem nas usinas de britagem.

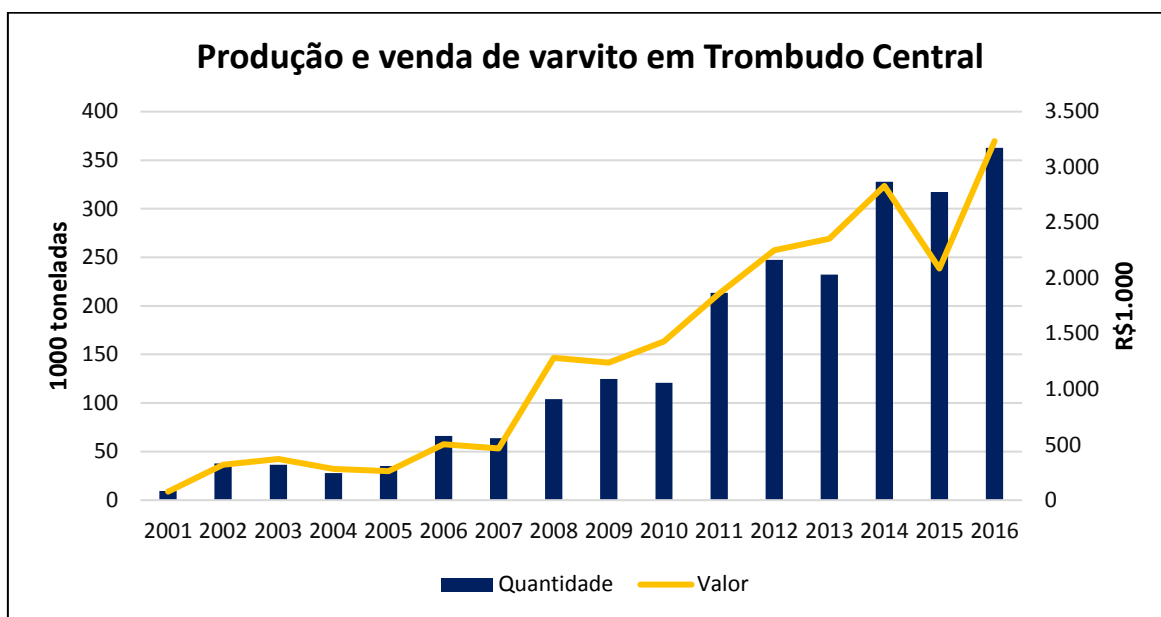


Figura 09: Dados históricos de produção e venda de varvito em Trombudo Central. (AMB - DNPM)

A receita gerada com atividade extrativa mineral e comercialização de produtos à base varvito atingiu a cifra de R\$ 3.234.287,00 no ano de 2016 (AMB – DNPM, 2017), considerada ainda pouco significativa na participação do PIB do município, calculado em R\$ 291.043.000,00 (IBGE, 2014). A quase totalidade das vendas declaradas no RAL considera o mercado interno de artefatos no estado semibruto. Tais artefatos são recortados diretamente na bancada, em formas geométricas diversas, para uso predominante na construção civil.



Figura 10: Artefatos semibrutos produzidos direto na bancada para uso na construção civil.

O destino das vendas do varvito semibruto para a construção civil se concentra no Sul do Brasil (99%), cuja distribuição por UF está expressa na Tabela II.

Tabela II: Destino das vendas do varvito de Trombudo Central por UF. (AMB - DNPM)

Estado	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Santa Catarina	83%	74%	77%	78%	64%	74%	74%
Rio Grande do Sul	4%	12%	4%	11%	20%	13%	10%
Paraná	1%	13%	11%	7%	5%	12%	14%
São Paulo	12%	0%	7%	4%	4%	0%	1%
Mato Grosso do Sul	0%	0%	0%	0%	6%	0%	0%

O preço praticado na comercialização destes produtos é muito baixo e varia em função do grau de recorte a que foi submetido a peça, presença de níveis carbonosos e demanda sazonal. Tais produtos são comercializados por metro quadrado ou por unidade, dependendo das dimensões e espessuras dos blocos/placas. Dados declarados pelos produtores, considerando todo o material que sai das minas (incluindo refugos para britagem), chegou-se a um valor por tonelada que varia entre 9 e 12 Reais, vide dados históricos no gráfico da figura 11.

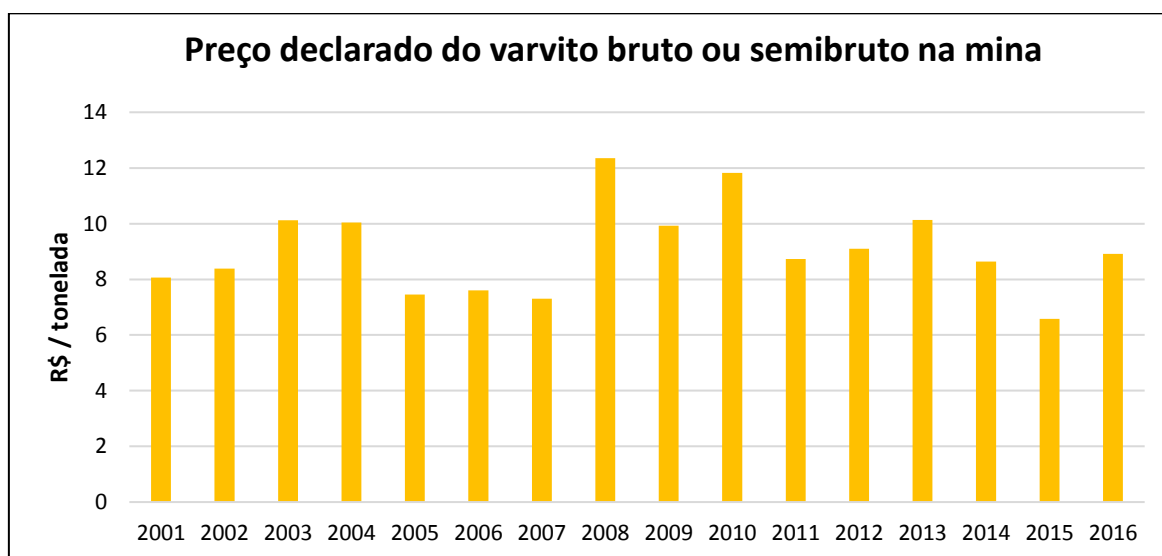


Figura 11: Histórico de preço declarado para o varvito no estado bruto. (AMB - DNPM)

Entretanto, levantamento recente (ano de 2017) efetuado nos pontos de venda situados na margem da BR-470 de uma série de artefatos comercializados no estado semibruto, identificou um valor médio da ordem de 100 R\$/tonelada.

Como se pode constatar, existe uma discrepância entre o preço do material que sai da mina e o preço de comercialização, possivelmente devido a contabilização da venda de refugos à preços irrisórios, ou transações indiretas entre os titulares dos títulos minerários e os pontos de venda, fato este que deve ser melhor compreendido. De qualquer forma,

tanto o preço declarado pelos produtores como o preço amostrado nos pontos de venda são, de um modo geral, pouco rentáveis, considerando os custos inerentes da atividade, sobretudo, decapeamento e necessidade de recuperação ambiental.

Os produtos beneficiados nas usinas são, na sua maioria, destinados ao mercado externo e comercializados na forma de chapas recortadas, aparadas, lixadas e por vezes polidas, para uso principalmente como tampo de mesa sinuca ou bilhar.

Dados do mercado externo, compilados do Sistema Integrado de Comércio Exterior (SISCOMEX, 2016), indicam crescimento constante na quantidade de peças exportadas desde o final dos anos 90, chegando a mais de 6 mil toneladas em 2007, o que rendeu aproximadamente 2,5 milhões de dólares em divisas. A partir daí houve uma queda vertiginosa no comércio, chegando à meros US\$171 mil no ano de 2012, equivalente a 370 toneladas de produtos.

Segundo informações repassadas por empresas exportadoras do município de Trombudo Central, os principais motivos da queda nas vendas externas foram devido à crise internacional de 2008 e a entrada da China no mercado de ardósias com preços competitivos. No ano de 2016, o mercado externo apresenta uma leve recuperação ficando na casa dos US\$ 400 mil em valor, correspondente a 1 mil toneladas de produtos exportados.

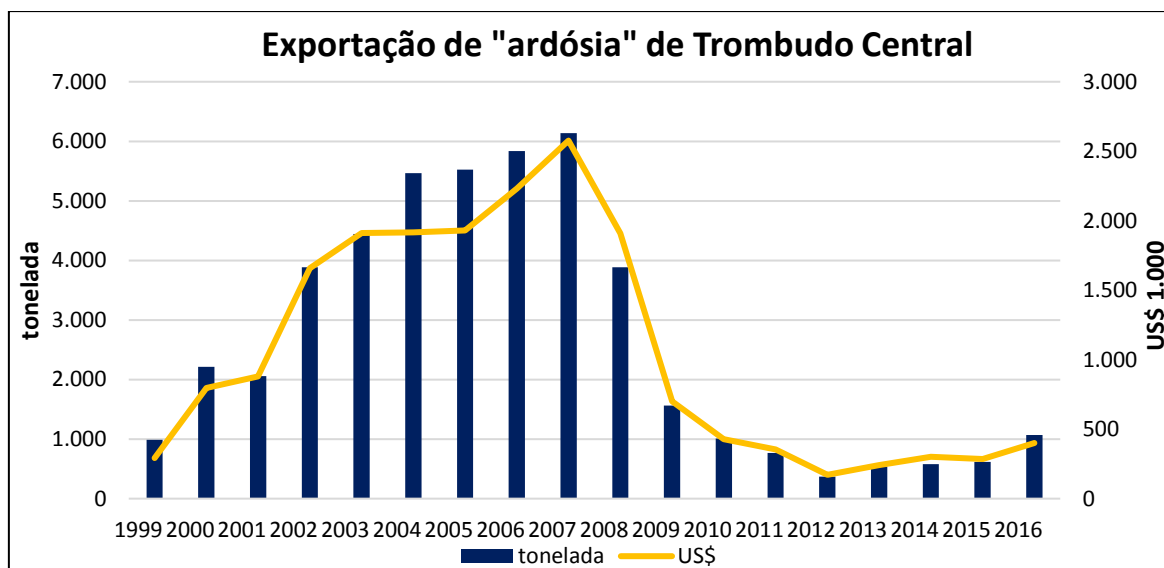


Figura 12: Dados históricos de quantidade e valor da exportação de “ardósia” de Trombudo Central. (Fonte: MDIC/Aliceweb)

O principal destino das exportações são os Estados Unidos onde o material é usado como tampo de mesa de sinuca ou bilhar, com preço médio na faixa de US\$ 400/tonelada. No caso específico deste produto, o mercado externo engloba aproximadamente 85% da quantidade produzida e o preço, da ordem de R\$ 1.300/tonelada, é superior ao praticado no mercado interno, da ordem de R\$ 900/tonelada, considerando o mesmo fim.

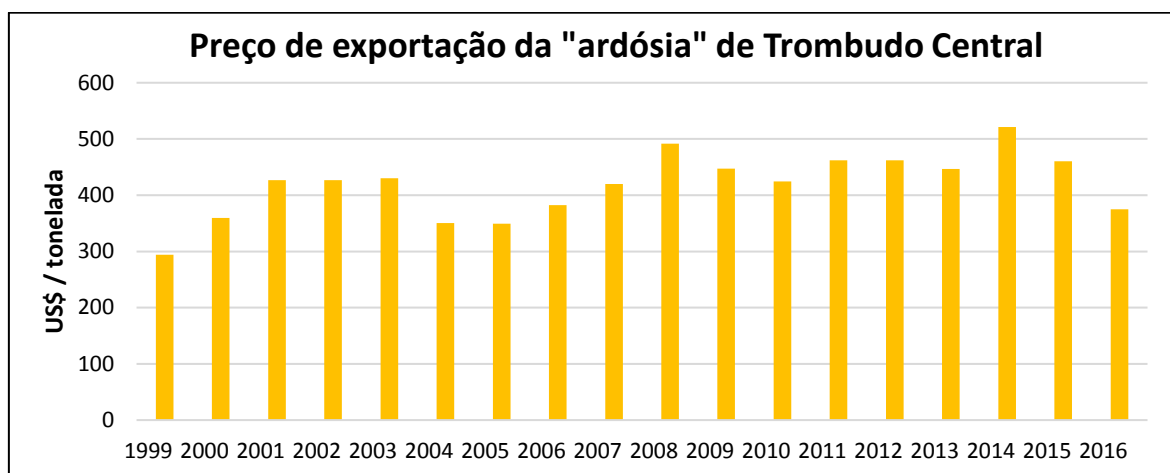


Figura 13: Dados históricos do preço médio praticado na exportação de “ardósia” de Trombudo Central. (Fonte: MDIC/Aliceweb)

Outra destinação importante para as chapas beneficiadas de varvito são os cemitérios, sobretudo para confecção de jazigos, gavetas, lóculos verticais e ossuários. Neste segmento, as chapas de revestimento têm valor de mercado semelhante aos tampos de mesas de bilhar, da ordem de 25-35 R\$/m².

Nos últimos anos, algumas empresas desenvolveram produtos melhor elaborados na linha de móveis de uso doméstico (cubas, tanques, nichos e tampo para gabinete), visando contrapor a queda na demanda de chapas para mesas de bilhar. Tais produtos, com foco exclusivamente no mercado interno, estão apresentando muito boa aceitação a ponto de ocupar uma fatia considerável no faturamento de certas empresas. Segundo informação repassada por um grande fabricante de produtos desta linha, a quantidade média de peças comercializadas no ano de 2017 foi de 1950 peças/mês, com preço variando entre 250 e 450 Reais/peça.

Atualmente, o número total de empregos diretos gerados com a exploração do varvito no município de Trombudo Central é de aproximadamente 259 empregos, sendo 171 trabalhadores nas atividades de extração e 88 nas fábricas de beneficiamento, representando 10,02% do pessoal ocupado no município (2.583 pessoas).

5. Método de extração do varvito em Trombudo Central

O método de lavra utilizado na extração de varvito é considerado simples e com pouca mecanização. Inicialmente é feita a remoção da camada de estéril, composta por solo argiloso superficial e horizontes de rocha varvítica alterada, até o ponto da rocha apresentar suficiente coesão e dureza, permitindo o corte e extração dos blocos.

A abertura da mina propriamente dita é feita com auxílio de escavadeira hidráulica, removendo-se o capeamento alterado no limite da exposição rochosa aproveitável. Tal fato dificulta a movimentação de materiais e trânsito de máquinas durante o avanço lateral da

lavra. Na maioria das vezes, os taludes íngremes não respeitam a condição geomecânica da rocha alterada, aumentando a instabilidade e trazendo risco aos trabalhadores e as construções (Figura 14). Para uma maior segurança deveriam ser confeccionadas bancadas ou trabalhar com taludes menos íngremes, de inclinação compatível com o grau de estabilidade da rocha alterada, além da adoção de medidas de contenção, principalmente, recuos, muros de arrimo e revegetação.



Figuras 14: Talude fortemente inclinado com risco de deslizamento.

Geralmente o material removido do capeamento não é corretamente armazenado em bota-foras específicos, mas, disposto de forma desordenada ao redor do local de extração, ficando exposto à ação das águas da chuva. Aliado a isto, a ausência de canais de drenagem e bacias de decantação contribuem para o lançamento de material carreado para os cursos de água. Além do mais, não há separação do solo fértil dos demais horizontes. Para sanar esse problema, deveriam ser criados bota foras específicos para armazenamento do solo fértil (para utilização posterior na recuperação da área), do estéril e do rejeito (refugo), com a devida proteção de canais de drenagem e bacias de decantação.

A exploração de varvito na região de Trombudo Central é realizada a céu aberto, através do método de extração e corte semi-mecanizado sobre bancadas (lages expostas) baixas em encosta. O principal equipamento utilizado é a cortadora de disco diamantado, a qual permite a obtenção de blocos de rochas em tamanhos variados, sendo necessário, na maioria das vezes, subdividi-los em placas de rochas. É uma tecnologia de grande limitação, atingindo uma profundidade de corte de no máximo 20 a 60 cm (VIDAL, F.W.H. et al., 2014). O equipamento consiste basicamente de um disco cortador montado sobre um carrinho, o qual é manuseado por um operador (figuras 15) caracterizando, dessa forma, como um método semi-mecanizado de extração de rocha ornamental.



Figuras 15: Corte do varvito em bancada com uso de serra de disco diamantado.

A frente de lavra geralmente possui piso plano no qual são realizadas marcações para posterior corte. Após o corte, os blocos são deslocados manualmente com o auxílio de cunhas e marretas e carregados nos caminhões com o uso de empilhadeiras. Posteriormente os artefatos são enviados ao local de beneficiamento ou para os pontos de venda. Contudo, durante a extração do minério, parte da rocha não é aproveitada devido as quebras, sendo disposta de forma desordenada no entorno da área de mineração, da mesma forma que o estéril argiloso, causando grande impacto visual, além de “estrangular” o avanço da lavra. As etapas do processo de extração, geração de estéril/resíduos, além da fabricação de produtos semibrutos e acabados, pode ser melhor compreendida no esquema simplificado da figura 16.

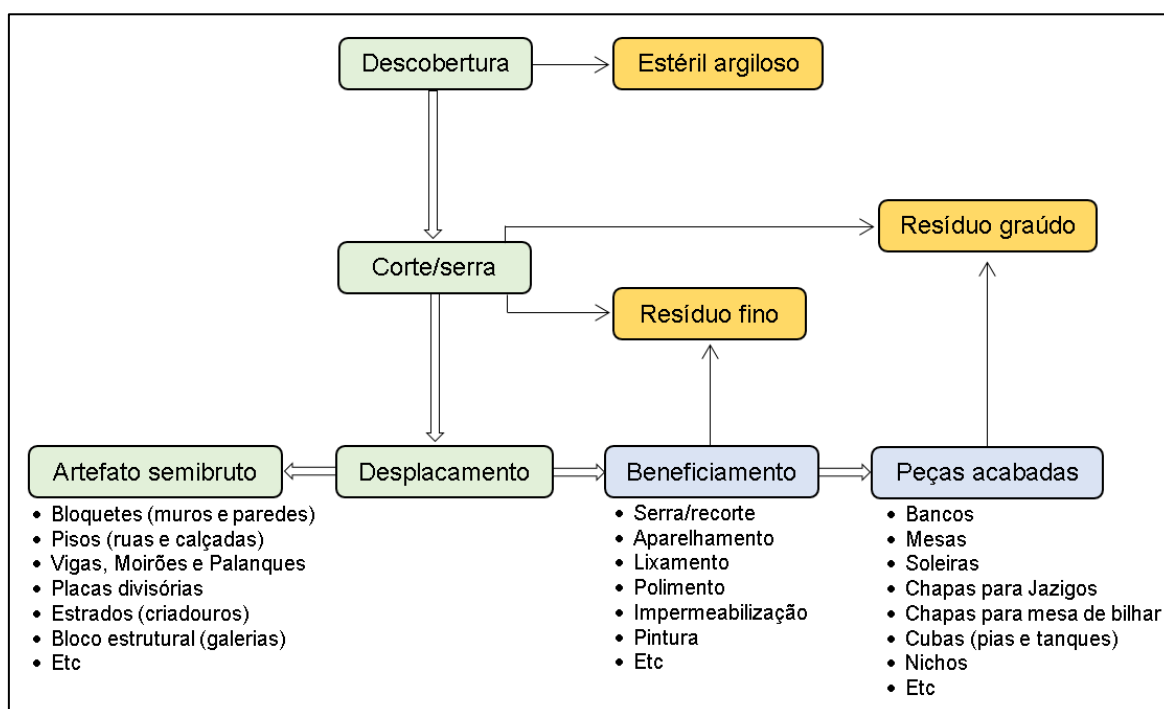


Figura 16: Esquema simplificado da cadeia produtiva do varvito de Trombudo Central.



Figuras 17: Estéril (solo de capeamento) e placas quebradas (resíduo graúdo) dispostos de forma desordenada no entorno da frente de lavra.

Por ser um método de lavra com pouca mecanização e, consequentemente, dependente das habilidades manuais dos operadores, as questões de segurança são bastante pertinentes e devem ser observadas com rigor. Durante as vistorias operacionais realizadas pela equipe de Fiscalização do DNPM foram constatados diversos descumprimentos das Normas Reguladoras da Mineração (NRM), dentre os quais podemos citar a falta de uso de EPIs pelos operadores das cortadoras, falta de sinalização, falta de isolamento físico (cercas), instalações elétricas precárias, falta de proteção nas partes móveis dos equipamentos, entre outros. Para correção desses problemas foi exigido das empresas a apresentação de relatórios demonstrando a implementação e o cumprimento das respectivas Normas.

6. Geração e aproveitamento dos resíduos oriundos da exploração de varvito

O resíduo gerado na exploração de varvito em Trombudo Central representa aproximadamente 30% de toda rocha serrada nas bancadas e é composto, principalmente, de material graúdo (peças quebradas ou descartadas) e de material fino (pó ou lama).

O resíduo de material graúdo ocorre em três situações principais: i) Quebra ou fratura dos blocos durante o corte, desacoplamento ou manuseio na frente de lavra; ii) descarte por irregularidades ou ondulação acentuada na estratificação da rocha, dificultando a obtenção de placas retilíneas e, principalmente, iii) descarte das camadas de composição inadequada formadas pelo acúmulo excessivo de matéria carbonosa. Estas camadas escuras, de espessura centimétrica a decimétrica, são removidas e descartadas por se apresentarem pouco coesas e frágeis, comprometendo o uso da rocha seja como artefato semibruto ou, principalmente, como chapa beneficiada.



Figuras 18: Resíduo composto de placas quebradas empilhadas na bancada.



Figuras 19: Resíduo composto por níveis de alta concentração de matéria carbonosa.

Já o resíduo de material fino, em quantidade infinitamente menor, é proveniente das atividades de corte/serra na bancada ou das operações de beneficiamento (recorte, aparelhamento, lixamento e polimento). Tais operações são realizadas à úmido dando origem à particulados em suspensão aquosa que, após serem depositados em tanques ou bacias de decantação, vão gerar as lamas ou borras no substrato.



Figura 20: Material fino em suspensão aquosa lançado na bacia de decantação.

Apesar de serem constituídos por material inerte, todos os resíduos gerados na extração e beneficiamento do varvito, na medida em que não são aproveitados/reciclados, podem trazer riscos ambientais, particularmente a saturação das bacias de decantação por material fino e o espalhamento de entulho graúdo na praça de lavra. Isso pode levar ao aumento da turbidez dos rios por carreamento de particulados finos pelas águas da chuva, ou geração de impactos visuais nas frentes de lavra devido entulhos mal acondicionados.

Segundo Cunha, J. P (2007), os únicos resíduos recuperados da mineração são os pedaços maiores resultantes da quebra de placas. Eles são retirados da mina e levados para britadores da região para serem cominuídos e empregados como revestimento nas estradas do município. A angulosidade dos grânulos de varvito cominuído impede o uso do material como agregado em concreto, pois gera aumento do consumo de água, diminuindo, conseqüentemente, a resistência mecânica à compressão.



Figura 21: Usina de britagem onde os resíduos graúdos (placas quebradas) são cominuídos.

Atualmente a quantidade total de resíduo graúdo (cascalho) processado nas usinas de britagem instaladas na região é estimada entre 40 a 60 mil ton/mês. Apesar da reciclagem envolver um volume considerado de material, perdas significativas ainda ocorrem devido muitos produtores não adotarem técnicas adequadas de separação e acondicionamento (empilhamento) dos refugos.

Os resíduos finos (na forma de lama), por representarem um volume infinitamente menor, não são reciclados ou aproveitados para uso em outros segmentos. O material, depois de ser removido do fundo das bacias de decantação, é seco e espalhado nas áreas de vegetação como terra inorgânica. Alguns institutos de pesquisa iniciaram estudos sobre o aproveitamento deste material fino para remineralização de solos (rochagem), respaldados pela presença dos elementos Mg, K, Na e Ca na rocha varvítica. Tais estudos ainda não possuem resultados conclusivos, porém, na região, alguns agricultores já aplicam o pó de rocha em plantações de hortaliças, fumo, pêssego, milho e até de plantas ornamentais, com relatos de aumento de produtividade (Rodrigues, P., 2016).



Figura 22: Lama de varvito decantada com desenvolvimento de vegetação.

Cunha, J. P (2007), estudou a mistura de cal e resíduos finos de varvito na formulação de um novo material visando a fabricação de blocos vazados para uso na construção civil. Resultados animadores foram obtidos, particularmente em relação às resistências mínimas requeridas. Neste mesmo estudo, imagens de microscopia eletrônica de varredura de resíduo fino de varvito revelaram a presença de morfologia escamada clássica dos argilominerais.

Assim, considerando a estrutura remanescente típica dos filossilicatos é factível sugerir o aproveitamento destes resíduos, também, para uso em setores industriais consumidores de carga mineral funcional (*filler*), sobretudo em plásticos, borrachas, ração animal, etc. Para tanto, faz-se necessário a realização de testes de caracterização

tecnológica, além de um processamento adequado do material mediante secagem, moagem e pulverização, com rigoroso controle do tamanho de partícula (classificação).



Figura 23: Pó ultrafino resultante do beneficiamento, com provável aptidão para *filler*.

7. Produtos fabricados a partir do varvito de Trombudo Central

Conforme anteriormente descrito, condições geológicas favoráveis possibilitaram a compactação da sequência sedimentar, gerando rochas de boa coesão e com características que lembram as ardósias no tocante à facilidade de deslocamento e na obtenção de placas muito planas. Tais características, aliado à comercialização de produtos com propriedades compatíveis aos das ardósias e em mercados afins, fez com que o varvito explorado em Trombudo Central adquirisse importância considerável no ramo de rochas ornamentais do estado de Santa Catarina.

A facilidade de corte multifacetado dos artefatos diretamente na bancada e em formatos e tamanho diversos, possibilitou uma abrangência muito grande de produtos em substituição aos pré-fabricados de concreto nos mais variados ramos da construção civil, principalmente: blocos, chapas, bloquetes, paralelepípedos, pisos, lajotas, moirões, alicerces, vigas, meio-fio, divisórias, palanques, etc. Os produtos são comercializadas nos diversos pontos de venda situados nas margens da rodovia BR 470, onde o tráfego intenso de caminhões para diversas regiões do estado de SC, RS e PR facilitam o escoamento.

As fábricas de processamento instaladas, do mesmo modo, nas imediações da BR 470 recebem matéria prima na forma de blocos de 2500 ou 3000x1000x300mm. Estes blocos são deslocados ao longo da folheação da rocha com uso de talhadeiras ou serra, gerando placas de 50mm de espessura. As lâminas (escuras) contendo matéria orgânica carbonosa são retiradas e descartadas para evitar escamação, selecionando para processamento apenas as rochas maciças de coloração clara (vide figura 24).

Posteriormente as placas são serradas, aparelhadas, lixadas e polidas, dando origem a produtos finamente acabados e de maior valor agregado, principalmente: mesas, bancos, divisórias, chapas para jazigos, chapas para mesas de sinuca, chapas para móveis, etc).



Figura 24: Perfil de uma placa de 50mm de espessura destinada para processamento. Note-se a textura maciça com baixa concentração de níveis carbonosos.

Diferentemente da rocha ardósiana, cujo principal uso no mercado global é para cobertura de telhados, a rocha varvítica de Trombudo Central não é muito adequada para este fim devido a porosidade aparente e a absorção de água muito elevadas, respectivamente da ordem de 8 % e 3,5%, o que pode gerar problemas de infiltração em placas muito finas. Telhas com 10 a 12 mm de espessura são fabricadas e comercializadas na região, porém, proporcionalmente em relação aos demais produtos representam uma quantidade insignificante.

Se por um lado a porosidade do varvito afeta algumas utilizações, em outras, ela é responsável por viabilizar destinos mais nobres às peças, na medida em que facilita a adesão de tintas poliuretano (PU) de alta resistência. Neste contexto, uma empresa pioneira em Trombudo Central desenvolveu uma série de produtos à base de varvito revestido com tintas especiais, para uso em cozinhas e banheiros (tanques, cubas, nichos, móveis, etc), com grande aceitação no mercado.

Ainda que as propriedades dos artefatos de varvito tenham prós e contras, o certo é que a estrutura da rocha sedimentar permite uma extração mais simples, fácil e de menor custo comparativamente as rochas metamórficas ardósianas, apresentando vantagens para algumas finalidades, particularmente pela afinidade com tintas especiais de revestimento. Ainda que inferiores aos da ardósia, valores de resistência mecânica à compressão da ordem de 110,8 Mpa para artefato seco e 91,5 Mpa para o artefato úmido, são considerados adequados para fins estruturais levando em conta a maior dimensão/espessura das peças/artefatos de varvito.

A integridade das placas e a facilidade de usinagem levou alguns empresários a investirem em usinas de beneficiamento, consagrando a região como um importante polo exportador de tampo para mesa de sinuca ou bilhar. No auge da produção em 2007, aproximadamente 6,2 mil toneladas de chapas foram exportadas para este fim. Posteriormente, a queda vertiginosa na quantidade e no valor exportado obrigou os fabricantes a desenvolverem novos produtos acabados para o mercado interno, ou aumentarem a oferta de artefatos de baixo valor agregado para uso na construção civil, buscando compensar a queda no faturamento.

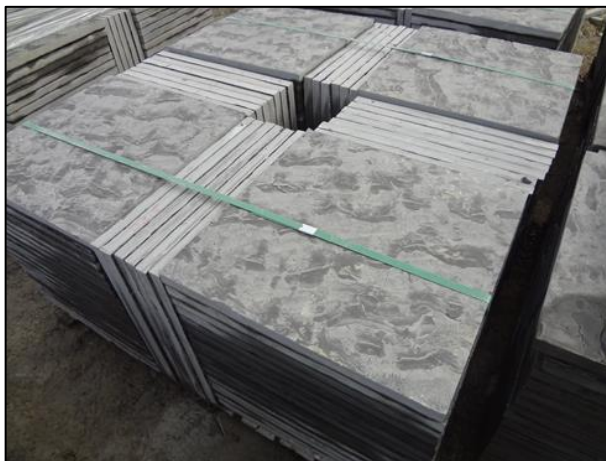
Os fabricantes de chapas de varvito para jazigos relatam a preferência de alguns cemitérios pela utilização do produto fabricado em Trombudo Central, argumentando que os fluídos (necrochorume) são integralmente absorvidos pela rocha sem, no entanto, extravasar para o exterior. Tal informação é meramente informativa e carece de ensaios tecnológicos comprobatórios de permeabilidade.

7.1. Produtos semibrutos

Trata-se de bloco ou placa de varvito no estado semibruto (sem beneficiamento) produzido diretamente na bancada com auxílio de serra em disco. Alguns exemplos de artefatos serrados produzidos em Trombudo Central são ilustrados:

PISO

Dimensões: 20, 30 ou 40x490x490mm.
Uso interno ou externo.



LAJOTA

Dimensões: 30X250X250mm.
Uso em calçamento, arruamento ou pavimentação de vias urbanas.



PLACA DIVISÓRIA

Dimensões: 50x490x1000mm.

Uso em divisórias de criadouros de suínos (chiqueiros).



BLOCO

Dimensões: 100 ou 170x200x490mm.

Usado como fundamento “tijolos” para levantar paredes e/ou muros estruturais.



PLACA DE JARDINAGEM

Dimensões: 50x250x1000mm.

Usado para caminhos em jardins.



PLACA DE MEIO FIO

Dimensões: 70 ou 100x300x1000mm.

Usado como meio-fio ou borda de calçada.



BARRA

Dimensões: 100x100x1500 ou 2000mm.

Usado como palanque e/ou moirões.



BARRA CHANFRADA

Dimensões: 90x120x 1500 ou 2000mm.

Usado em piso vazado (estrado) de granjas e chiqueiros.



PALANQUE

Dimensões: 80x80x2000mm.

Usado para suporte de parreiras em vinhedos.



PAINEL

Dimensões: 200x1000x3000mm.

Usado em pisos para tráfegos de alta carga, cabeceiras de pontes e galerias/dutos sob rodovias.



TELHA

Dimensões: 12x250x500mm.

Uso em coberturas de telhados, presas uma a uma.



TIJOLOS

Dimensões: 50x120x240mm.

Usado para levantar muros ou paredes, não estruturais.



7.2. Produtos manufaturados

Peças fabricadas a partir de chapas beneficiadas com utilização das técnicas de aparelhamento, lixamento, polimento e recorte, seguida de montagem, colagem e/ou aparafusamento, com ou sem impermeabilização por resina ou recobrimento à base de tinta PU de alta resistência e durabilidade. Alguns exemplos de peças manufaturadas produzidas em Trombudo Central são ilustrados:



Figura 25 e 26: Processamento de chapas e linha de montagem de peças.

PLACA POLIDA

Peça retangular polida e impermeabilizada com resina.
Uso como placa de visita ou soleira de janelas e portas.



ASSENTO OU BANCO

Peça montada e impermeabilizada com resina.



MESA REDONDA PEQUENA

Peça montada e impermeabilizada com resina.



MESA RETANGULAR GRANDE

Peça montada e impermeabilizada com resina.



JAZIGOS

Chapa beneficiada com espessura da ordem de 30-40 mm, recortada e com vigas de suporte.



OSSUÁRIOS

Chapa beneficiada com espessura da ordem de 20-25 mm, recortada e com vigas de suporte.



MESA DE SINUCA OU BILHAR

Chapa beneficiada de espessura da ordem de 25-30 mm, recortada e com furos das “caçapas”.



CUBAS PARA PIAS

Peça montada com acabamento em tinta PU de alta resistência e durabilidade.



TANQUES

Peça montada com acabamento em tinta PU de alta resistência e durabilidade.



NICHOS

Peça montada com acabamento em tinta PU de alta resistência e durabilidade.



8. Desafios da atividade de mineração de varvito em Trombudo Central

Nos dias de hoje, a mineração não pode mais ser admitida como uma atividade predatória com pouca agregação de benefícios às populações das regiões produtoras. O grande desafio consiste em transformar o aproveitamento dos recursos minerais em uma atividade de excelência, capaz de proporcionar geração de emprego e renda às populações locais, contribuindo para o desenvolvimento regional de modo sustentável, com inovação tecnológica, segurança jurídica e sem comprometer o meio ambiente.

Neste sentido a exploração de varvito em Trombudo Central desponta como uma atividade promissora, sobretudo no fornecimento de chapas e peças manufaturadas de alto valor agregado. Porém, existe um longo caminho a ser trilhado na busca da excelência, que passa, necessariamente, pelo enfrentamento de questões complexas, cujos pontos **fortes e fracos**, além das **ameaças e oportunidades** são relacionados na matriz SWOT da tabela III.

Tabela III: Matriz SWOT sugerida para empreendimentos voltados para exploração de varvito em Trombudo Central.

Potencialidades (Pontos fortes)	Debilidades (Pontos fracos)
↗ Geologia: - Características ímpares da rocha sedimentar (pacote varvítico coeso e pouco deformado); - Baixa relação estéril/minério; - Facilidade de extração de blocos e placas; ↗ Aptidão da rocha para produção de artefatos semibrutos e manufaturados; ↗ Versatilidade de produtos para uso na construção civil (estrutural, ornamental e mobiliário); ↗ Mercado com amplo potencial de expansão (país e população carente de infraestrutura); ↗ Aspecto semelhante às ardósias confere destaque comercial ao produto; ↗ Mineração como atividade diversificadora e multiplicadora de oportunidades na Região; ↗ Atividade já estabelecida, com formação de RH e mercado consagrado; ↗ Substância contemplada por redução de alíquotas de CFEM (maior rentabilidade); ↗ Farta exposição geológica facilitando estudos científicos e acadêmicos; ↗ Logística favorável (margens de rodovia Federal asfaltada e relativa proximidade ao porto marítimo); ↗ Políticas públicas em andamento (Municipal, Estadual e Federal).	↘ Lavra mal conduzida (falta de planejamento): - Capeamento exposto em alto ângulo, sem bancadas ou recuos e sujeito à deslizamentos; - Resíduos e estéril depositados nos arredores da praça dificultando o avanço da lavra; - Baixa mecanização e forte dependência de habilidades manuais com risco de acidentes. ↘ Perdas significativas por quebras, gerando acúmulo de resíduos e aumento de custos; ↘ Conflito ambiental (aspecto visual degradante e turbidez das águas). ↘ Conflito entre mineração e áreas urbanas envoltivas; ↘ Judicialização entre titulares de direitos minerários e arrendatários; ↘ Queda na demanda de chapas para mesas de bilhar por mudança nos hábitos de lazer; ↘ Entrada da China no mercado mundial de ardósias, com chapas à preços competitivos; ↘ Estagnação do crescimento do PIB, dificuldade de crédito e crise na construção civil; ↘ Excesso de oferta de produtos semibrutos; ↘ Assimetria empresarial entre diversos produtores da região; ↘ Ações de marketing e de inovação tecnológica são esparsas e não integradas; ↘ Durabilidade e fragilidade do material em relação aos produtos concorrentes.
Oportunidades	Ameaças
↗ Melhoria dos métodos de lavra; ↗ Gestão ambiental integrada ➤ Bota fora, coleta, aproveitamento, pesquisa, monitoramento, etc ↗ Destinação sustentável da cava exaurida ➤ açudes e mina modelo para visitação turística; ↗ Agregação de valor ➤ priorizar produtos manufaturados em detrimento aos semibrutos; ↗ Associativismo; ↗ Governança empresarial voltada para eficiência, sustentabilidade e redução de conflitos; ↗ Desenvolvimento de novos produtos e pesquisas tecnológicas com foco na qualidade; ↗ Balanço social da atividade (divulgação positiva da atividade mineral); ↗ Aumento das exportações (participação em feiras na forma de consórcios); ↗ Articulação com os agentes do setor; ↗ Ações de marketing que destaquem a qualidade e raridade do produto; ↗ Aproveitamento de resíduos visando utilização como carga mineral (filler).	↘ Produtos concorrentes do setor de rochas ornamentais; ↘ Degradação ambiental desenfreada ➤ reação da comunidade; ↘ Ações judiciais, trabalhistas e dificuldade de renovação de licenças ambientais; ↘ Concorrência desleal de empresas que trabalham na ilegalidade e informalidade; ↘ Erros/omissões nos recolhimentos de CFEM, gerando cobranças cumulativas de passivos e inscrição em dívida ativa; ↘ Crescimento indiscriminado da produção de artefatos semibrutos de baixo valor agregado, levando a exaustão acelerada das reservas; ↘ Ocupação da terra para fins de loteamento, aumentando os custos relativos à indenização de superficiários.

9. Conclusões

O presente estudo foi útil para aprofundar as características do varvito “ardósia” explorado em Trombudo Central-SC, do ponto de vista da extração propriamente dita, passando por detalhes geológicos-genéticos, particularidades composicionais-texturais, propriedades da rocha para produção de artefatos semibrutos ou peças finamente acabadas e aptidão dos resíduos para reciclagem ou aproveitamento.

O setor encontra-se em dificuldade desde que o mercado externo de chapas processadas sucumbiu à crise internacional de 2008. A recuperação tem acontecido de modo muito lento, com foco no mercado interno de artefatos semibrutos para uso estrutural na construção civil. Apesar da qualidade equivalente e preço inferior aos pré-fabricados de concreto, este mercado tem a desvantagem de abranger grandes volumes e baixo valor agregado, o que contribui para a exaustão acelerada das reservas e precarização das atividades de lavra.

Quanto a lavra propriamente dita, podemos relacionar alguns procedimentos que merecem correção: i) ângulo de talude do capeamento muito acentuado, necessitando suavização ou formação de bancadas; ii) disposição inadequada de estéril argiloso e resíduo graúdo (peças quebradas) nas imediações da cava; iii) falta de acondicionamento de solo orgânico para uso futuro; iv) baixo índice de reciclagem dos resíduos graúdos; v) ausência de dispositivos (valas de drenagens e bacias) que evitem o carreamento de particulados nos períodos de chuva, aumentando a turbidez dos rios e vi) Baixa utilização de equipamentos de proteção EPI, indo contra as normas de segurança e saúde do trabalhador.

A geração de resíduos é muito grande e ocorre devido quebras nas placas ou descarte de rocha por composição inadequada. Nos últimos anos, porém, foi iniciado um trabalho de reaproveitamento, para fins de geração de rocha britada, visando a utilização na recuperação de estradas não pavimentadas da região. Este fato deve ser estimulado, pois a reciclagem de resíduo reduz o volume de refugo, colaborando para minimizar o impacto visual provocado pela disposição inadequada do material nos arredores da cava.

Estudos visando o reaproveitamento de resíduos finos (pós e lamas) na remineralização de solos devem ser aprofundados, bem como, a obtenção de pós ultra-finos destinados aos mercados consumidores de carga mineral funcional (filler), uma vez que os constituintes inertes destes materiais e teores significativos de filossilicatos podem indicar aptidão para este fim.

Merece destaque a excelente afinidade da rocha varvítica com tintas de alta resistência e durabilidade à base de poliuretano. Esta propriedade foi adequadamente explorada por uma empresa local, desenvolvendo e patenteando produtos finamente acabados e de alto valor agregado no ramo de moveis e utensílios domésticos (cubas,

tanques, nichos e tampos). Tal atitude foi útil para contrapor a queda do mercado externo de chapas, auxiliando na manutenção os empregos e gerando novas receitas sem comprometer as jazidas ou desperdiçar matéria prima, diferentemente do acontece quando se explora varvito no estado semibruto para o mercado de artefatos para construção civil.

Por fim, o baixo valor de comercialização dos produtos no estado semibruto poderia ser melhorado caso as inúmeras empresas que serram artefatos e concorrem entre si, de modo predatório, se unissem em associações ou sindicatos de produtores. O cooperativismo ou associativismo não pode ser visto como única solução para acabar com o problema da concorrência predatória e aviltamento de preço, mas com certeza facilitaria a contratação de assessoria técnica buscando desenvolver um melhor planejamento das atividades de lavra, além de otimizar os projetos de licenciamento ambiental, gestão de resíduos e recuperação das áreas degradadas. Não existem interesses, por parte da maioria das empresas, de ações para desenvolvimento de estudos e projetos de inovação tecnológica, padronização de produtos ou *marketing*, visando passar ao consumidor informações de qualidade e raridade dos produtos fabricados e da matéria prima rochosa. Tais ações ou projetos, talvez pudessem redundar em maior valorização dos produtos, particularmente àqueles artefatos não submetidos à etapas de beneficiamento e comercializados no estado semibruto com baixo valor agregado.

REFERÊNCIAS

ABIROCHAS/CETEM. 2002. **Catálogo de rochas ornamentais do Brasil**. Rio de Janeiro. CD-ROM. Windows 95.

ABIROCHAS. **Balanco das Exportações e Importações Brasileiras de Rochas Ornamentais em 2015**. Informe 01/2016.

Cárdenes, V., **Pizarras para Cubiertas**. 2013. Disponível em: <https://pizarrasdetechar.wordpress.com/2013/03/19/mercado-mundial-de-la-pizarra-durante-el-ano-2011/>

Chiodi Filho, C. **As ardósias de Bambui na marcação CE** - Informe 04 – ABIROCHAS - São Paulo – SP, 2011.

Cruz, J. M. **La pizarra prevé incrementar sus ventas em Estados Unidos**; Artigo La Region, Valdeorras, outubro 2017. Disponível em: <http://www.laregion.es/articulo/valdeorras/pizarra-preve-incrementar%E2%80%A9ventas-estados-unidos/20171015100221741894.html>

Cunha, J. P. **Desenvolvimento de um novo material a partir da composição dos resíduos da mineração de varvito e da produção de cal**. 2007. 94 f. Dissertação (Mestre em Engenharia) – PIPE, Universidade Federal do Paraná. 2007.

DNPM. **Anuário Mineral Estadual de Santa Catarina - 2017 - Ano base 2016**. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-estadual/santa-catarina/anuario-mineral-estadual-santa-catarina-2017-anos-base-2014-2015-e-2016.pdf>

Francisco W. H. Vidal, H. Hélio C. A. Azevedo e. Nuria F. Castro. **Lavra de Rochas Ornamentais**. EDITORES. CETEM/MCTI. Rio de Janeiro, 2014.

GONZALEZ-MESONES, Fernando Lòpez. **Estudio sobre las características de las pizarras de la denominada “Provincia de la Pizarra de Minas Gerais”, en Brasil, desde la perspectiva del mercado CE**; Informe Final. Relatório inédito. Madri-d, setembro/2007. 75 p. (elaborado para a Fundación Centro Tecnológico de la Pizarra).

IBGE. **Censo Demográfico 2010 – Panorama das Cidades**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/trombudo-central/panorama>

IBGE. **Pesquisas 2014 – Produto interno bruto dos municípios**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/trombudo-central/pesquisa/38/46996>

KISTEMANN & CHIODI, **Plano de ação para sustentabilidade do setor de rochas ornamentais – ardósias em Papagaios**. 2014. Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM, Volume 1 – Texto. Disponível em: http://www.feam.br/images/stories/2015/PRODUCAO_SUSATENTAVEL/LEVANTAMENTOS_SETORIAIS/ARDOSIA/impl_plano_acao_ardosia%20-%201-50.pdf

MDIC. **Sistema Integrado de Comércio Exterior - SISCOMEX** Disponível em: <http://aliceweb.mdic.gov.br/>

Município de Trombudo Central – **História**. Disponível em: <http://www.trombudocentral.sc.gov.br/cms/pagina/ver/codMapaltem/29054>

Rodrigues, P., **Pó de rocha melhora colheita no Alto Vale**; Artigo Jornal de Santa Catarina – Agência RBS, Julho 2016. Disponível em: <http://jornaldesantacatarina.clicrbs.com.br/sc/noticia/2016/07/po-de-rocha-melhora-colheita-no-alto-vale-6969002.html>

WILDNER, W.; CAMOZZATO, E.; TONIOLO, J.A.; BINOTTO, R.B.; IGLESIAS, C.M.F.; LAUX, J .H. **Mapa geológico do estado de Santa Catarina**. Porto Alegre: CPRM, 2014. Escala 1:500.000. Programa Geologia do Brasil.

Winge, M. et. al. **Glossário Geológico Ilustrado** - 2001. Disponível em: <http://sigep.cprm.gov.br/glossario/>

"ARDÓSIA" DE TROMBUDO CENTRAL (SC) - VARVITO 2018

