

Aspectos geológicos e socioambientais dos varvitos de Trombudo Central, SC, Brasil

Norberto Olmiro Horn Filho*
Évilyn de Souza Pauli, Juliana Loch, Leonardo Ribeiro Cardoso,
Rodrigo Munhoz e Rudi Waltrick Polli**

Resumo

O presente trabalho refere-se ao estudo sobre as jazidas de varvito do município de Trombudo Central, Santa Catarina, Brasil. Trata-se de uma rocha sedimentar de origem glacio-lacustre que caracteriza dentre outras rochas, a base da província geológica da Bacia do Paraná. Aflora em abundância nesta localidade e se tornou a mais importante fonte de renda do município, sendo muitas vezes confundida e até mesmo comercializada como ardósia. Sua formação regional foi estudada a partir da revisão estratigráfica e da descrição geológica dos varvitos de Trombudo Central, sua geomorfologia e estruturas sedimentares primárias. Além disso, foram analisados o valor econômico da rocha e os impactos socioambientais de sua extração e beneficiamento. Esta rocha tornou-se um item de suma importância para a economia local, ao mesmo tempo em que sua exploração de forma inadequada causa grave degradação ambiental e possíveis danos à saúde da população, principalmente dos trabalhadores.

** Professor Associado do Departamento de Geociências e Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC); CNPq (horn@cfh.ufsc.br).

**** Acadêmicos do Curso de Graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) (evilyn pauli@gmail.com; juhloch@gmail.com; leonardo.ambiente@yahoo.com.br; munhozgrm@bol.com.br; rudipolli@hotmail.com).

Palavras-chave: Varvito; Trombudo Central; Bacia do Paraná; Valor econômico; Degradação ambiental.

Geological and socio-environmental aspects of varvites from
Trombudo Central, SC, Brazil

Abstract

The present work refers to study of the varvites from the municipality of *Trombudo Central*, *Santa Catarina*, Brazil. Varvite is a sedimentary rock of glacio-lacustrine origin that characterizes the basis of the geological province of the *Paraná* Basin. The rocks outcrop in abundance in this locality and have become the most important source of income of the municipality, often confused and even sold as slate. Its regional formation was studied by performing the stratigraphic review and geological description of the varvites of *Trombudo Central*, its geomorphology and primary sedimentary structures. The economic value of the rock and the social and environmental impacts of their extraction and processing were also analyzed. The varvites has become an item of great importance to the local economy, at the same time as his holding improperly causes severe environmental degradation and the possible damage to the health of the population, mainly of workers.

Keywords: Varvite; *Trombudo Central*; *Paraná* Basin; Economic value; Environmental impacts.

Introdução

Os varvitos são rochas sedimentares clásticas de granulação fina, predominantemente formadas de areia muito fina, silte e argila. No município de Trombudo Central afloram em grande quantidade e tornaram-se uma das mais importantes fontes de renda da localidade.

Eles compõem as unidades basais da província geológica da Bacia do Paraná e foram formados nos leitos de antigos lagos

glaciais no supercontinente Gondwana, numa época de clima mais frio. Após sua formação e a dissecação dos lagos foram soterrados pelas camadas subsequentes da bacia, consolidando-se nas rochas sedimentares exploradas atualmente.

Ao emergirem em Trombudo Central, após milênios de ação de processos erosivos, tornaram-se a principal matéria-prima para a indústria local, tanto de exploração como de beneficiamento e passaram a ser estudados pelos geólogos, ajudando a esclarecer a história geológica da Bacia do Paraná.

Sua exploração tem trazido, ao mesmo tempo, benefícios econômicos e impactos ambientais para o município. No entanto, se equilibradas adequadamente às demandas sociais e ambientais, este recurso mineral pode ser ainda melhor aproveitado.

Este trabalho foi realizado em conjunto com alunos da disciplina Geologia II do Curso de Geografia da Universidade Federal de Santa Catarina, no semestre 2010/2, tendo por base pesquisa bibliográfica, institucional e de campo, resultando em uma revisão da Petrologia Sedimentar, dos aspectos socioeconômicos e dos impactos ambientais locais. Espera-se que o mesmo sirva de apoio para um melhor conhecimento do tema e incentivo para o estudo de novas possibilidades de aproveitamento sustentável desse valioso recurso mineral.

Localização geográfica

A área está situada latitudinalmente entre as coordenadas de projeção UTM (X)6982000 ao norte, (X)6981000 ao sul e longitudinalmente (Y)620000 a leste e (Y)618500 a oeste, inserida na zona 22J, sob o Datum Horizontal SIRGAS 2000, Marégrafo Vertical de Imbituba/SC e Meridiano Central: 51°WGr. Localiza-se no estado de Santa Catarina, mais precisamente no município de Trombudo Central, a aproximadamente 350m de altitude e 105km da linha de costa atual junto ao oceano Atlântico. Nesse município estão situadas as jazidas de varvitos visitadas durante os trabalhos de campo, que contou do reconhecimento de três pontos

distribuídos espacialmente de acordo com os objetivos da investigação. A localização e os pontos amostrais estão registrados na figura 1.



Figura 1: Mapa de localização dos três pontos de observação no município de Trombudo Central. Fonte: base cartográfica e ortofoto/SDS-SC/2012.

Geologia regional

O município de Trombudo Central encontra-se sobre a Bacia do Paraná, uma ampla bacia sedimentar localizada na porção centro-leste da América do Sul. A formação da Bacia do Paraná está vinculada ao processo de separação do Gondwana durante a era Mesozoica. As manifestações magmáticas do processo de fragmentação continental e abertura dos oceanos deram origem a grandes regiões, entre elas, a Província Paraná - *Etendeka* (América do Sul-África), sendo aí registrados um dos maiores eventos magmáticos da Terra. No continente sul-americano, na

Província Magmática do Paraná, o magma produzido naquele período equivale a 75% da superfície da Bacia do Paraná (NARDY *et al.*, 2008). Dessa forma, a Bacia do Paraná é considerada uma bacia intracratônica, ou seja, uma região de sedimentação suportada por um embasamento consolidado (MILANI & RAMOS, 1998). Possuindo sucessivas fases de evolução, a Bacia do Paraná em sua zona mais deprimida acumulou mais de 6.000m de espessura de sedimentos, lavas, diques e *sills*, constituindo uma típica área de sedimentação fanerozoica (CAMPOS, 2004).

Para efeito de conhecimento, utilizou-se como base para essa revisão, o pioneiro trabalho de White (CPRM, 2002) referente aos afloramentos da coluna estratigráfica das unidades gonduânicas da porção sudeste da Bacia do Paraná, tendo sido definidas três séries geológicas distintas e denominadas de São Bento, no topo, Passa Dois e Tubarão, na base.

O Supergrupo Tubarão refere-se a uma “*grande extensão da faixa aflorante dos sedimentos glaciais e pós-glaciais da Bacia do Paraná, bem como as suas variações faciológicas tanto lateral como vertical*” (CPRM, 1984). A origem do nome remonta ao trabalho de White de 1908, que sob a denominação “Série do Rio Tubarão” incluiu os arenitos amarelos e folhelhos que assentam sobre o embasamento cristalino, o Conglomerado Orleães, os folhelhos e arenitos da Formação Rio Bonito, com camadas de carvão e restos de flora *Glossopteris* e o folhelho da formação Palermo. As camadas existentes nesse supergrupo são constituídas por vários membros diferentes, apoiando-se o mais baixo no granito e não se parecendo litologicamente com as camadas superiores.

O Grupo Itararé é formado por pacotes de sedimentos mais desenvolvidos, conglomeráticos, arenosos e argilosos caracterizado por rochas originadas nos ambientes glaciais e periglaciais, sendo denominados de Conglomerado Orleães, por White. Segundo Milani (1998), esse grupo representa o pacote diretamente ligado à fase de degelo da calota gonduânica, com 1.500m de espessura

máxima e constituído predominantemente por diamictitos intercalados a arenitos, com elementos tanto glacioterrestres quanto glaciomarinhos.

A Formação Rio do Sul constitui a parte superior do Grupo Itararé, sendo que na base da formação, o ambiente mais fundo e calmo não transportou sedimentos cascalho-arenosos, composto predominantemente por folhelhos e argilitos cinza-escuros com aspecto várvido. No topo, a formação apresenta além das rochas mencionadas, arenitos finos e diamictitos. Os seixos pingados, comumente encontrados nos folhelhos reiteram o ambiente glaciolacustre, sendo caracterizados por “pingos” de gelos que flutuavam nos lagos da época (PINESE, 2002).

Descrição geológica dos varvitos de Trombudo Central/SC

A área de estudo está inserida na Formação Rio do Sul, que segundo o Serviço Geológico do Brasil constitui a parte superior do Grupo Itararé, sendo a sua porção basal constituída por espesso pacote de folhelho negro (Folhelho Lontras) que representa um depósito marinho profundo ou prodeltaico.

Segue-se um pacote de turbiditos areno-pelíticos que representam uma sedimentação de leques submarinos, associado à diamictitos e arenitos fluidizados que constituem as fácies de talude. Sobre estes depósitos afloram depósitos várvidos e de franja com frente deltaica, indicando o início da progradação do sistema flúvio-deltaico da Formação Rio Bonito.

Conforme estudos realizados por Sato (2006) a sedimentologia da Formação Rio do Sul é dada como segue: a porção mais inferior é constituída de folhelhos e argilitos cinza-escuros a pretos, localmente com aspecto várvido, designado de Folhelho Lontras, com presença marcante ao longo da faixa de afloramentos, com ótimas exposições em Rio do Sul e Trombudo Central. Sua espessura varia entre 50 e 60m. Apresentam diamictitos acinzentados, escuros com matriz arenosa, que gradam ou intercalam-se com arenitos finos e muito finos, que na área-tipo

compõem um pacote com cerca de 200m de espessura. Este, por sua vez, é recoberto por folhelhos, frequentemente várvidos, ritmitos, argilitos e siltitos, cinza escuros a avermelhados, às vezes com laminação “*flaser*”.

O ambiente de deposição é interpretado como essencialmente marinho profundo para a porção basal onde os sedimentos não foram influenciados por ondas e correntes de marés. A porção superior apresenta características de deposição em águas rasas sob influência de marés e eventualmente em condições continentais. Esta sequência constitui a parte superior da formação que em conjunto com a inferior, totaliza 350m na região de Rio do Sul. Essa formação assenta-se em discordância em grande parte do estado, sobre rochas cristalinas do Complexo Granulítico de Santa Catarina e rochas eopaleozoicas vulcano-sedimentares do Grupo Itajaí.

Segundo o Serviço Geológico do Brasil, os processos geológicos costumam ser lentos, ocorrendo ao longo de séculos, quando não milhares ou milhões de anos. Enquadram-se nessa regra a deposição de sedimentos (cascalho, areia, argila), trazidos pela água ou pelo vento, que vão se acumulando e com o passar do tempo sofrem compactação, dando origem a uma rocha sedimentar. Desse modo, quando se observa um fragmento de rocha sedimentar normalmente se está observando o resultado de um longo período de deposição de material sedimentar, como no caso dos depósitos várvidos da região de Trombudo Central.

Durante o trabalho de campo, puderam ser observadas as diversas camadas que compõem a Formação Rio do Sul (Figura 2), que são resultado de um longo período de deposição, incluindo o objeto de pesquisa, os depósitos várvidos.

Abaixo seguem as descrições das rochas e formações observadas durante o trabalho de campo:

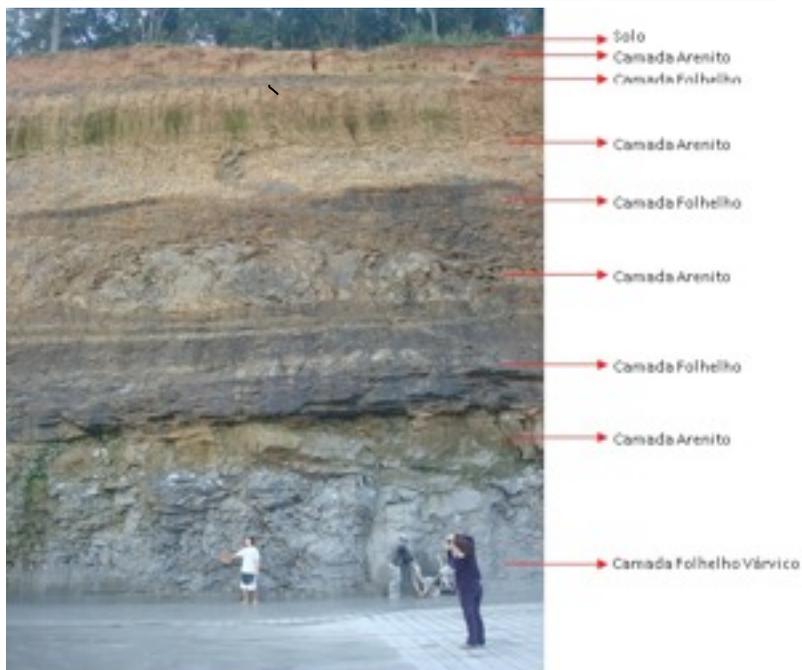


Figura 2: Exposição de rochas da Formação Rio do Sul. No corte observam-se as diversas camadas de rochas sedimentares em contatos geológicos, sobrepostas ao varvito. Localização: município de Trombudo Central/SC. Foto: Jéssica Santos (2010).

Varvito

De acordo com Rocha-Campos & Santos (2000) em regiões de lagos não afetadas por processos sedimentares marginais, pode ocorrer a deposição de sedimentos rítmicos ou ritmicamente estratificados, mostrando alternância de depósitos grossos e finos. Os primeiros são formados por correntes de turbidez que caracterizam os fluxos de fundo. A interrupção da entrada de sedimentos, durante o inverno, quando a superfície dos lagos

congela, permite a decantação do material em suspensão na água sobre a camada inferior. Em casos em que essa alternância é controlada sazonalmente, o estrato ou camada resultante é chamada varve. Os fluxos de fundo, durante o verão, quando a entrada de água de degelo é mais intensa, alternam-se com a decantação de partículas em suspensão, durante o inverno, quando os lagos congelam e correntes densas de fundo cessam. O varvito de Trombudo Central exibe muitas das características acima.

Os depósitos várvidos são, segundo Popp (2002), os principais depósitos glacio-lacustres, constituídos de sedimentos de fundo em lagos glaciais. Sua estrutura é varvada, caracterizada por paralelismo e homogeneidade em suas camadas. Nos depósitos periglaciais do Grupo Itararé, de idade Permocarbonífera da Bacia do Paraná, ocorrem seqüência de varvitos de algumas dezenas de metros de espessura.

Souza (1995) trouxe também a definição de varvito afirmando que o mesmo é formado pela sucessão repetida de lâminas ou camadas, cada uma delas depositada durante o intervalo de um ano. Cada lâmina ou camada de varvito é, na verdade, um par formado de uma porção inferior, mais espessa (de cm a dm) de arenito ou siltito, de cor mais clara, seguida de uma porção mais fina (mm) de siltito ou argilito, de cor mais escura (cinza escuro). O termo deriva da palavra varve, de origem sueca, geralmente usada para denominar depósitos sedimentares chamados sazonais, isto é, controlados pelas variações das estações do ano.

Rocha-Campos & Santos (2000) também esclareceram que o acúmulo de partículas sedimentares em lagos, leva à formação de vários tipos de depósitos e de formas de terrenos subaquáticos. A formação do varvito pode ocorrer pela deposição de sedimentos rítmicos ou ritmicamente estratificados, mostrando alternância de depósitos grossos e finos, como se pode observar nas figuras 3 e 4.



Figura 3: Folhelho várvico de Trombudo Central. Localização: município de Trombudo Central/SC. Foto: Jéssica Santos (2010).



Figura 4: Rocha já preparada para ser comercializada, onde são visíveis as camadas (varves). Localização: município de Trombudo

Central/SC. Foto: Juliana Loch (2010).

Os depósitos grossos são formados por correntes de turbidez que caracterizam os fluxos de fundo. A interrupção de entradas de sedimentos, durante o inverno, quando a superfície dos lagos congela, permite a decantação do material em suspensão na água sobre a camada inferior. Em casos em que essa alternância é controlada sazonalmente, o estrato ou camada resultante é chamada de “varve”. Os fluxos de fundo, durante o verão, quando a entrada de água de degelo é mais intensa, alternam-se com a decantação de partículas em suspensão, durante o inverno, quando os lagos congelam e correntes densas de fundo cessam.

De forma geral trata-se de uma rocha sedimentar de origem glacio-lacustre, onde se alternam as camadas de cor cinza claro e cinza escura. Os estratos mais claros são compostos de sedimentos arenosos muito finos que indicam estações um pouco mais quentes, e os estratos escuros, a base de silte e argila, que indicam estações mais frias, com uma quantidade maior de matéria orgânica. Cada ciclo climático representado pelas camadas clara e escura é denominado varve. Como as espessuras dependem da quantidade de água que se funde, que por sua vez dependem da intensidade do verão nota-se uma variação de espessuras.

Dentre as estruturas sedimentares primárias encontradas nos varvitos destacam-se as marcas de onda, seixo pingado, deformações e bioturbação.

Segundo Grotzinger & Jordan (2013), as *marcas onduladas* ou ondulações são microformas de areia ou silte, cuja dimensão mais longa está em ângulo reto com as correntes. Elas formam cristas ou corrugações, pequenas e estreitas, geralmente de apenas um ou dois centímetros de espessura, separadas por calhas mais largas. Marcas de pequenas ondas, dadas pelo movimento superficial das águas trabalharam nos sedimentos do fundo do lago desenhos irregulares e de baixa espessura (Figura 5).

Rocha-Campos *et al.* (1992) afirmaram que um *seixo pingado*, também denominado seixo caído, é um fragmento sedimentar grosso, que foi aprisionado e transportado no interior de

um *iceberg* e depositado, quando este degelou, longe de sua fonte, geralmente um leito pelítico (Figura 6). Os clastos, variando de grânulos a matacões, aparecem dispersos, de modo irregular, em praticamente todas as camadas claras do ritmo. São constituídos predominantemente de granito e quartzito ou, mais raramente, de rochas sedimentares. Clastos menores, de argila escura, têm a forma de fragmentos irregulares ou pelotas (ROCHA-CAMPOS *et al.*, 1992).



Figura 5: Folhelho várvido mostrando marcas de ondas e direção preferencial da corrente lacustre. Localização: município de Trombudo Central/SC. Foto: Leonardo Cardoso (2010).

As *deformações* são estruturas produzidas logo após a deposição, antes da consolidação, principalmente por escorregamentos e escapes de gases. As marcas de sobrecargas estão entre as estruturas sedimentares deformacionais comuns, e podem ou não ser indicativas de ambientes particulares, e para que

isso ocorra é preciso que ocorra deposição de areia sobre uma camada hidrolástica (argila saturada de água) (SUGUIO, 1980). Alguns exemplos de deformações, como perturbação e falha por acomodação podem ser observadas nas figuras 7 e 8.



Figura 6. Folhelho várvido mostrando deformação por presença de seixo pingado. Localização: município de Trombudo Central/SC. Foto: Leonardo Cardoso (2010).

As *bioturbações* são perturbações que as rochas apresentam derivadas da ação de organismos animais e vegetais.

Rocha-Campos & Santos (2000) discorreram que a estratificação em muitas rochas sedimentares apresenta-se

quebrada ou rompida por tubos aproximadamente cilíndricos, de poucos centímetros de diâmetro, que se estendem verticalmente através de muitas camadas. Essas estruturas sedimentares são remanescentes de furos e túneis escavados por moluscos, vermes e muitos outros organismos marinhos que vivem no fundo do mar. Tais organismos retrabalham os sedimentos existentes escavando através de lamas e areias – um processo chamado de bioturbação. Eles ingerem os sedimentos em busca das pequenas quantidades de material orgânico que contêm e deixam pra trás sedimentos retrabalhados, que preenchem os furos.



Figura 7: Folhelho várvido mostrando perturbação. Localização: município de Trombudo Central/SC. Foto: Leonardo Cardoso (2010).

Em ambiente glacio-lacustre há pouca energia e, sendo assim, pouca oxigenação. Por isso, é improvável a presença de fósseis. No entanto, podem ser encontradas marcas de organismos vivos que viviam no fundo desses lagos, chamadas icnofósseis.

Estas estruturas, tais como pistas, pegadas e tubos são originados por pequenos animais, além de outras formadas por plantas.



Figura 8: Microfalha decorrente da acomodação dos blocos. Localização: município de Trombudo Central/SC. Foto: Jessica Kelly (2010).

Em estudo na pedreira Itaú-Itauna, segundo Nogueira & Netto (2011), os icnofósseis aparecem preservados tanto no topo como na base das lajes e estão presentes em todas as camadas expostas, mas com icnodiversidade reduzida nas camadas arenosas. Em Trombudo Central, na pedreira Itaú-Itaúna, foram observados estruturas bioturbadas pela presença de icnofósseis de anelídeos (minhocas), como mostra a Figura 9.

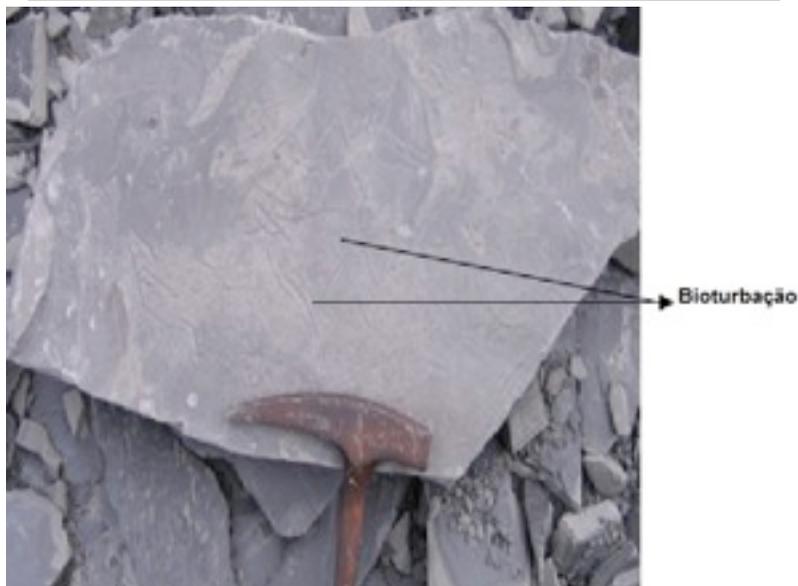


Figura 9: Folhelho várvido com bioturbação. Localização: município de Trombudo Central/SC. Foto: Leonardo Cardoso (2010).

Folhelho

Segundo Rocha-Campos e Santos (2000), os folhelhos são compostos de silte e de uma quantidade significativa de argila, que causa a facilidade de rompimento dessa rocha ao longo dos planos de acabamento.

Suguio (1980) afirmou que folhelho é uma denominação para rocha argilosa com foliação. Sua composição pode variar de acordo com a rocha à que estão associados, assim como a coloração, indo do vermelho amarronzado ao preto. Estes derivam de dois tipos de ambientes, marinho ou de água doce, possuindo laminações que variam de 0,05 a 1mm, e podem se manifestar sob as seguintes formas: alternância de partículas mais finas e mais

grossas, por exemplo, argila e silte; materiais mais claros alternados com materiais mais escuros, e carbonato de cálcio em alternância com silte.

Os folhelhos encontrados na região de Trombudo Central apresentam características escuras e origem marinha.

Arenito

Arenito é uma rocha sedimentar detrítica, resultante de consolidação de areia por uma agente cimentante qualquer, geralmente sílica. Com algumas exceções, o quartzo constitui mais de 92% dos arenitos.

Os arenitos são rochas com significativa porosidade, variando em função da compactação que foi submetida e ao tipo de agente cimentante. Essa porosidade faz com que o arenito seja um excelente aquífero. O termo arenito corresponde à areia litificada. São misturas de grãos minerais e fragmentos de rochas provenientes da erosão de vários tipos de rochas com uma composição mineralógica formada por quartzo, feldspato (ou outros minerais de origem ígnea) e fragmentos líticos.

Tilito

Assine & Vesely (2014) afirmaram que por diagênese, o sedimento *till* se transforma em uma rocha denominada tilito. O termo tilito possui conotação genética e refere-se aos depósitos essencialmente glaciogênicos (Figura 10).



Figura 10: Tilito, uma rocha sedimentar de origem glacial. Localização: município de Trombudo Central/SC. Foto: Jessica Santos (2010).

Em termos petrográficos, tilitos são, na maioria das vezes, diamictitos, ou seja, rochas sedimentares terrígenas sem seleção granulométrica, constituídas por partículas de diferentes tamanhos, dispersas numa matriz de lama. Entretanto, tilitos podem ser também representados por outros tipos de rocha, como conglomerados e arenitos. Por outro lado, de acordo com Vesely (2006), um diamictito pode se formar por processos sem relação alguma com geleiras ou com gelo.

Também segundo Rocha-Campos e Santos (2000), dá-se o nome de *till* ao depósito formado diretamente pelas geleiras. Trata-se de sedimento inconsolidado, não selecionado, constituído por matriz argilo siltico-arenosa, contendo fragmentos rochosos

caoticamente dispersos, de tamanho variado, desde grânulo até matacão. Denomina-se tilito o equivalente litificado (rocha) do *till*, sendo rochas sedimentares formadas pelo movimento das geleiras que transportam os *tills* que mais tarde se consolidaram.

Aspectos socioambientais dos varvitos de Trombudo Central/SC

O município de Trombudo Central, fundado no ano de 1958, tem como principais imigrantes alemães e italianos que se instalaram principalmente ao longo dos rios que cortam a região. O município tem como principal atividade a agricultura, porém, a extração do varvito segue demonstrando significativa importância para a economia das famílias e do município. A mineração representa uma atividade industrial local que, no entanto, produz impactos ambientais significativos em todas as suas fases. Como, por exemplo, a prospecção e pesquisa, de menor impacto; e a extração, o beneficiamento, refino e fechamento da mina, considerados de maior impacto (FIGUEIREDO, 2000).

A exploração do folhelho várvido (às vezes confundido com ardósia) em Trombudo Central iniciou-se na localidade de Bracatinga I, na década de sessenta, onde hoje existem diversas jazidas. As extrações iniciaram de uma forma muito rudimentar, utilizando alavancas e cunhas de metal auxiliadas por explosões à base de dinamites, o que ainda é utilizado. As rochas extraídas na época eram vendidas apenas na região e sem qualquer beneficiamento, com uma forma bastante irregular.

Hoje a extração e o beneficiamento da rocha alcançam níveis mais elevados na qualidade do produto final, sendo utilizados esquadros que definem as linhas de corte e serras elétricas com bordas de diamante.

O impulso do mercado da rocha foi após a construção da BR – 470 e durante o governo de Fernando Henrique Cardoso, com as linhas de transmissão, onde o mineral local começava a ser utilizado para cobrir a fibra ótica.

A utilidade dos varvitos é variada, podendo ser utilizado na construção civil e arquitetura, na pavimentação de ruas (há um projeto da Prefeitura Municipal de Trombudo Central, onde diversas ruas do município são calçadas com o varvito, valorizando o bem mineral local e auxiliando as empresas locais), construção de piscinas, aviários, granjas para criação de suínos, móveis, jardinagem e mesas de bilhar.

Atualmente os maiores consumidores dos varvitos de Trombudo Central são os estados de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul. As exportações de maior impacto econômico do município são feitas para países como Alemanha, Argentina e Estados Unidos, alcançando o valor de US\$ 15.498.593 em exportações no ano de 2008, de acordo com o Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas de Santa Catarina (SEBRAE/SC, 2010).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2003) havia quarenta e três unidades industriais de extração de varvito em Trombudo Central. Hoje segundo entrevista com um empresário do ramo já se encontram cerca de sessenta e uma jazidas, a maioria delas atuando na clandestinidade, sendo apenas trinta e cinco empresas legalizadas.

O gasto médio para abrir uma banca para extração custa entre R\$ 50.000,00 a R\$ 60.000,00, segundo um próprio minerador. O tempo médio para conseguir alinhar uma banca e começar a produção efetiva leva de três a quatro meses, sendo que, nos períodos de chuva o trabalho é interrompido. A produção efetiva da banca inicia após alguns metros de perdas, até se conseguir alcançar uma rocha uniforme, com valor comercial mais elevado. A geração de uma banca da jazida pode ultrapassar os três mil metros quadrados por mês, exigindo cerca de três trabalhadores por banca, somente na extração.

Geralmente o transporte local dos materiais é feito com caminhões próprios da empresa e, para transportes mais distantes, serviços terceirizados. Um fator relevante economicamente para os donos de pedreiras é o valor do transporte, que muitas vezes

ultrapassa o valor cobrado pelo material, ou não compensa a venda do produto. O valor da rocha varia de R\$ 2,00 até R\$ 4,50 o metro quadrado, dependendo da qualidade do material, enquanto uma peça de tijolo pode custar até R\$ 1,10, dependendo das dimensões.

Segundo dados da participação do varvito, fornecidos pela Prefeitura Municipal de Trombudo Central, a extração de “ardósia” e beneficiamento associados gerou no ano de 2007 um total de R\$ 1.476.422,51 e no ano de 2008 o valor reduziu para R\$ 1.006.382,97. A possível causa desse valor adicionado para o município são os impostos cobrados das empresas exportadoras, que atuam na fabricação de produtos de origem mineral.

Trombudo Central tem na mineração a principal atividade industrial da região, o que significa geração de empregos diretos e indiretos para a população local, se tornando em muitos casos a única fonte de renda para algumas famílias. Porém, a falta de interesse dos jovens em seguir na mineração pode acabar com as pedreiras existentes na região. A falta de valorização e de conhecimento sobre o produto faz com que os proprietários de pedreiras não tenham expectativa no ramo. Uma estimativa é que em cinco anos a produção deverá decair em 50%, devido à dificuldade de licenciamento ambiental da atividade e a desvalorização do produto. Atualmente o número de empresas de extração de varvito legalizadas caiu de 48 empresas para 35.

As licenças de concessão de lavra levam cerca de dez anos para serem adquiridas, sendo que na cidade de Trombudo Central existem apenas três famílias com esse tipo de concessão, concedida pelo DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral). Além disso, as empresas interessadas na exploração do varvito devem apresentar as licenças ambientais: LAI (Licença Ambiental de Instalação), LAP (Licença Ambiental Prévia) e LAO (Licença Ambiental de Operação). Entretanto, segundo informações colhidas na região, nenhum órgão vem fiscalizando a atividade.

Os aspectos ambientais da extração preocupam, sendo que os resíduos industriais e urbanos vêm se tornando um dos mais sérios problemas que a sociedade moderna enfrenta. Sua deposição de

forma inadequada provoca a degradação do meio ambiente e a contaminação dos mananciais de água e do solo (MENEZES *et al.*, 2002).

Segundo Mansur *et al.* (2006) durante a mineração e extração do varvito, cerca de 30% deste minério não corresponde às normas de produção devido à falta de uniformidade sendo esta fração automaticamente encaminhada aos aterros das jazidas em formas de fragmentos de rochas considerados como resíduos.

Em Trombudo Central, o rejeito gerado pelo uso de água durante o corte da rocha, o pó de varvito, geralmente muito fino, acaba por prejudicar os cursos d'água da região, pois a água utilizada no corte das peças geralmente vem de ponteiras e após o uso é lançada nos rios próximos, gerando assim um aumento no nível dos rios da região, devido ao aumento da demanda de água lançada e ao assoreamento dos rios pelo pó que é lançado junto sem nenhum tratamento prévio. Algumas pedreiras possuem um sistema de decantação dessa água após ser utilizada, para posteriormente serem despejadas nos rios sem o excesso do pó de varvito oriundo da mineração, porém, são muito poucas as que possuem esse sistema.

Outra fonte de geração de resíduos poluentes é através do polimento e beneficiamento das peças cortadas, que além de gerar rejeito, acaba por afetar a saúde dos trabalhadores, que geralmente não utilizam EPI's (Equipamentos de Proteção Individual). Todos os resíduos da mineração e exploração do varvito criam grandes problemas tecnológicos e ambientais, pois vão se acumulando ao redor da mina criando grandes quantidades de resíduos que não tem um fim apropriado, ou são simplesmente deixados ao ar livre, acabando por serem erodidos pelas chuvas ou levados pelo vento, continuando a preocupar e poluir o município. Poucos destes resíduos, ou "sobras", são encaminhados a empresas públicas que utilizando britadores transformam os rejeitos em fragmentos de rocha e britas que são empregadas na construção civil.

As informações contidas na Tabela 1 foram colhidas no DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral). Todos os

processos são do município de Trombudo Central e, segundo informações do DNPM, mesmo com nomes de substâncias diferentes, todos se tratam de processos ativos de concessão de exploração do varvito.

Considerações finais

O varvito é uma rocha sedimentar pelítica, ou seja, uma rocha formada pela litificação de sedimentos sílticos e argilosos. Formou-se através de variações sazonais derivadas das estações do ano, num período de clima mais frio e no qual a Bacia do Paraná se encontrava no supercontinente mais ao sul, o Gondwana. Sua formação ocorreu no Permiano, entre 290 e 248 Ma AP.

Tabela 1: Processos de requerimento de varvito junto ao DNPM.

Nº/ Ano	Tipo de requerimento	Fase atual	Substância	Tipo de uso
807.129/1977	Autorização de pesquisa	Concessão de lavra	Folhelho argiloso	NI
807.130/1977	Autorização de pesquisa	Concessão de lavra	Folhelho argiloso	NI
810.130/1981	Autorização de pesquisa	Concessão de lavra	Ardósia	NI
815.072/1983	Registro de licença	Licenciamento	Ardósia	NI
815.276/1984	Autorização de pesquisa	Concessão de lavra	Ardósia	IND
815.114/2000	Autorização de pesquisa	Requerimento de lavra	Folhelho	NI
815.576/2002	Autorização de pesquisa	Requerimento de lavra	Ardósia	IND

Nº: número do processo; NI: não informado; IND: industrial.

O folhelho várvido apresenta grande importância econômica para a cidade de Trombudo Central, uma vez que sua extração e beneficiamento representam as mais importantes atividades industriais do município. No território funcionam dezenas de mineradoras e outros empreendimentos de processamento, como produção de móveis, mesas de bilhar, produção de brita, entre

outras. No entanto, tem se tornado uma atividade de futuro incerto. Isso porque o valor da rocha tem sofrido estagnação nos últimos anos. Além disso, a melhoria da fiscalização ambiental tem aumentado a dificuldade das empresas para a obtenção do licenciamento. As dificuldades e a perspectiva de baixo retorno têm afastado os jovens locais de seguirem no ramo.

A questão ambiental vem se tornando fator preocupante na cidade. A produção de rejeitos gerados pelo uso de água que se mistura ao pó de varvito durante o corte apresenta-se como um problema preocupante nas jazidas da cidade. A deposição dos rejeitos de forma inadequada vem provocando a contaminação dos mananciais de água, do solo e assoreamento de rios. Os fragmentos de rocha sem valor comercial por vezes geram montes de “entulho” que se acumulam nos depósitos das mineradoras ou em outros terrenos, causando mais transtornos ambientais. A própria Prefeitura Municipal de Trombudo Central aproveita parte desse material, utilizando-o como brita, mas essa ação ainda não é suficiente para consumir todo o material.

O maior impacto, pelo menos o mais visível, trata-se da destruição local causada pela abertura das jazidas. É feita a remoção total da vegetação, do solo e das camadas geológicas superiores até chegar às jazidas de varvito propriamente ditas. Com isso são perdidos muitos recursos vegetais e minerais, ameaçados lençóis freáticos e abertas grandes fendas no terreno, configurando cenários de alterações extremamente difíceis de serem revertidas ou amenizadas ao final da vida útil da jazida. Apesar de a legislação exigir do concessionário a reparação ambiental, a falta de fiscalização, a dificuldade de reparação, os custos e a irregularidade de alguns mineradores tem feito com que de modo geral não seja realizado esse trabalho.

O pó de varvito, oriundo do corte das rochas, as dinamitações, a umidade elevada mantida em ambientes com muito varvito em sua composição (casas, por exemplo) e outros efeitos colaterais também contribuem para um cenário de risco para a saúde pública. Os trabalhadores são as principais vítimas em

potencial, porém, toda a população do município pode arcar em alguma medida com problemas de saúde oriundos da grande atividade mineradora local.

Apesar de alguns problemas, como os citados acima, a geologia da região tem uma história fascinante e ofereceu boas condições para o desenvolvimento da cidade. O local apresenta solo de bom potencial para desenvolvimento agrícola, sendo que a agricultura é a atividade econômica mais importante para o município.

Por sua vez a história geológica (que remonta desde o supercontinente de Gondwana, passando pela formação dos varvitos em fundos de lagos glaciais antigos, dos arenitos e demais camadas geológicas subsequentes), a beleza da geomorfologia da região e a história da mineração local poderiam ser mais bem aproveitadas para o incremento e desenvolvimento de atividades de ecoturismo e preservação em Trombudo Central e região.

Agradecimentos

Agradecemos a Prefeitura Municipal de Trombudo Central/SC e às empresas mineradoras pela recepção e fornecimento de informações valiosas para nossa pesquisa. A Superintendência do Departamento Nacional de Produção Mineral em Santa Catarina (DNPM), também pelo fornecimento de importantes informações. E a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e Departamento de Geociências, por nos fornecer o transporte e as condições para a pesquisa de campo no município de Trombudo Central.

Referências bibliográficas

ASSINE, M. L. & VESELY, F. F.. Ambientes glaciais (em preparação). *In*: PEDREIRA, A. J.; ARAGÃO, M. A. N. F.; MAGALHÃES, A. J.; TESTA, N. **Ambientes de sedimentação do Brasil**. Salvador. CPRM. Disponível em: <<http://>

HORN FILHO, N.O. et al. Aspectos geológicos e socioambientais dos ...

www.geologiado brasil.com.br/pdfs/ambientesglaciais.pdf>. Acesso em 7 de julho de 2014.

CAMPOS, H. C. N. S.. Águas subterrâneas na Bacia do Paraná. **Geosul**, **19(37)**: 47-65, jan./jun. 2004.

CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. Serviço Geológico do Brasil. **Coluna White: excursão virtual pela Serra do Rio do Rastro**. 2002. Disponível em <<http://www.cprm.gov.br/coluna/index.html>>. Acesso em: 7 de julho de 2014.

CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. Serviço Geológico do Brasil. **Léxico Estratigráfico do Brasil**. 1984. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/bases/lexico/frame.htm>>. Acesso em: 7 de julho de 2014.

FIGUEIREDO, B. R.. **Mineração: efeitos no meio ambiente e saúde humana**. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2000. Cap. 18 p.325-326.

GROTZINGER, J. & JORDAN, T.. **Para Entender a Terra**. Sexta edição. Editora Bookman. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cidades. 2003. **Estatísticas de Trombudo Central**. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=421860>>. Acesso em 5 de julho de 2014.

MANSUR, A. A. P.; PERES, A. E. C.; PALHARES, L.; MANSUR, H. S.. Study of pore size distribution of slate ceramic pieces produced by slip casting of waste powders. **Minerals Engineering**, **19(5)**: 525-527. April, 2006.

HORN FILHO, N.O. et al. Aspectos geológicos e socioambientais dos ...

MENEZES, R. R.; NEVES, G. A.; FERREIRA, H. C.. O estado da arte sobre o uso de resíduos como matérias-primas cerâmicas alternativas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, **6(2)**. Campina Grande-PB, 2002.

MILANI, E. J. & RAMOS, V. A.. Orogenias paleozóicas no domínio sul-ocidental do Gondwana e os ciclos de subsidência da Bacia do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, **28**: 473-484, dez. 1998.

NARDY, A. J. R.; MACHADO, F. B.; OLIVEIRA, M. A. F. de. As rochas vulcânicas mesozóicas ácidas da Bacia do Paraná: litoestratigrafia e considerações geoquímico-estratigráficas. **Revista Brasileira de Geociências**, **38(1)**: 178-195, mar. 2008.

NOGUEIRA, M. dos S. e NETTO, R. G.. **Ícnofauna da Formação Rio do Sul (Grupo Itararé, permiano da Bacia do Paraná) na Pedreira Itaú-Itauna, Santa Catarina, Brasil**. FAPERGS, 2011.

PINESE, J. P. P.. Síntese geológica da bacia do rio Tibagi. *In*: MEDRI, M. E. *et al.* **A Bacia do Rio Tibagi**. Londrina: Edição dos Editores, 2002. p. 21-38.

POPP, J. H.. **Geologia geral**. São Paulo: LTC, 2002.

ROCHA-CAMPOS, A. C.; SANTOS, P. R. dos; CANUTO, J. R.. Estruturas de arrasto de icebergs em ritmito do Subgrupo Itararé (Neopaleozóico), Trumbudo Central, SC. **Bol. IG-USP, Sér. Cient.** v.23. São Paulo 1992.

ROCHA-CAMPOS, A. C. & SANTOS, P. R. dos. Ação geológica do gelo. *In*: TEIXEIRA, W. (org). **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de textos, 2000.

SATO, R. Del O.. **Investigação hidrogeológica das ocorrências termais e termo minerais da região centro-sul da borda oriental do estado de Santa Catarina e possíveis modelos genéticos.** 2006. Dissertação (Mestrado em Hidrogeologia e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

SERVIÇO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS DE SANTA CATARINA (SEBRAE/SC). **Santa Catarina em números: Trombudo Central.** Florianópolis: SEBRAE/SC, 2010. 117 p..

SOUZA, S.S.. **Museu e desenvolvimento econômico: o caso do Parque do Varvito (Itu, SP, Brasil).** Museu Paulista – USP. Brasil-Porto Feliz – SP, 1995.

SUGUIO, K.. **Rochas sedimentares: propriedades, gênese, importância econômica.** São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1980. 500 p..

VESELY, F. F.. **Dinâmica sedimentar e arquitetura estratigráfica do Grupo Itararé (Carbonífero-Permiano) no centro-leste da Bacia do Paraná.** Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006.

Recebido em março de 2015
Aceito em maio de 2015