

Reaproveitamento de resíduos do beneficiamento de rochas ornamentais: o design como ferramenta de valorização

Reuse of waste from the processing of ornamental rocks: design as a valorization tool

Ardalla Ziembovicz Vieira, Mestre, UFRGS.

ardalla.vieira@iffarroupilha.edu.br

Lauren da Cunha Duarte, Doutora, UFRGS.

lauren.duarte@ufrgs.br

Resumo

O Brasil é considerado o 4º produtor mundial de rochas ornamentais e de revestimento, com uma imensa diversidade de tipos de rochas. Sua produção é essencialmente chapas que são usadas principalmente pelo setor da construção civil e arquitetura de interiores. Durante todas as etapas de beneficiamento, da lavra até o produto final, há um montante considerável de resíduos, cuja destinação é em depósitos ao ar livre ou fabricação de cascalhos e materiais afins. Foram realizadas pesquisas bibliográfica e análise dos produtos documentados nos catálogos da “Brazilian Stones Original Design”. Os resultados obtidos evidenciaram que o Design é um vetor de valorização para o desenvolvimento de produtos a partir dos resíduos de rochas ornamentais e de revestimento.

Palavras-chave: rochas ornamentais; resíduos; design; valorização

Abstract

Brazil is considered the 4th world producer of ornamental and cladding rocks, with an immense biodiversity of rock types. Its production is essentially slabs that are used mainly by the sector of civil construction and interior architecture. During all stages of processing, from mining to the final product, there is a considerable amount of waste, the destination of which is in open-air deposits or the manufacture of cuttings and similar materials. Bibliographic research and analysis of the products documented in the catalogs of the “Brazilian Stones Original Design” were carried out. The results obtained showed that Design is a vector of valorization for the development of products from the residues of ornamental stones and cladding.

Keywords: ornamental stones; residues; design; appreciation

1. Introdução

Atualmente, de acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais - ABIROCHAS (2020), o Brasil se destaca como o 4º produtor mundial de rochas ornamentais e de revestimentos (mármore, granito, quartzito, ardósia, basalto e outras), evidenciando-se por sua extensa diversidade. É fato que é um setor que tem crescido consideravelmente nos últimos anos, principalmente pela exportação de chapas para diversos tipos de aplicação.

O mercado da construção civil e arquitetura, são os setores que absorvem maior parte da produção, que normalmente são usados para ornamentação e revestimentos, como pisos e paredes, além de bancadas, pias, tampos de mesas, soleiras, dentre outros fins.

A identificação do excedente produtivo se dá desde a etapa de lavra das rochas, extração dos blocos das jazidas, passando pelo desdobramento dos blocos em chapas, até o recorte final e processos de acabamentos como o polimento, por exemplo, nas marmorarias - local onde são realizadas as especificações de acordo com as demandas.

Dados de 2007 já apontavam que os resíduos sólidos gerados atingiam em média a faixa de 60% ou mais, de acordo com Campos e Castro (2007). Já nos dados divulgados por Filho (2019), na tabela em que mostra a repartição da produção, intercâmbio e consumo interno de rochas ornamentais 2012- 2018, o percentual de rejeito de processamento cai para 41%. No entanto, é um percentual ainda relevante se for considerado o avanço tecnológico de todo o processo de extração e beneficiamento.

Desta maneira, a gestão de resíduos é um desafio para o setor, visto que o montante gerado no processo produtivo ainda tem poucas soluções de uso que proporcionam um desenvolvimento empresarial sustentável e competitivo, ao que tange à inovação de produtos. Assim, um conjunto de demandas se somam às atividades de lavra e beneficiamento de rochas ornamentais, sendo a inclusão do design uma delas.

Assim, o objetivo deste estudo foi verificar o que é feito com o material residual proveniente das etapas de beneficiamento das rochas ornamentais e de revestimento, bem como apurar como o design pode colaborar com o desenvolvimento de novo produtos e com a sustentabilidade do processo. Para tanto, foi levantada bibliografia sobre os processos que envolvem as etapas de beneficiamento, resíduos e os meios de reaproveitamento. Também foi elaborada uma análise dos produtos catalogados pela “Brazilian Stones Original Design”, com a intenção de comprovar o design como meio para valorização de produtos fabricados com material excedente da indústria de rochas ornamentais. O detalhamento do método de pesquisa está implícito no escopo do artigo, onde estão descritos breves apontamentos sobre os resultados encontrados e a valorização dos resíduos pelo design.

2. Beneficiamento das rochas ornamentais e de revestimento

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), na NBR 15012: 2013, as rochas ornamentais são definidas como “material pétreo natural utilizado em

revestimentos internos e externos, estruturas, elementos de composição arquitetônica, decoração, mobiliário e arte funerária.”

Vidal *et al.*(2013), apontam que as rochas ornamentais e de revestimento são todos os tipos de materiais litológicos que podem ser extraídos em blocos ou placas e talhados em diversos formatos. Quanto à aplicação, converge com a descrição citada acima, normalmente em revestimentos internos e externos para a construção civil, e também para a confecção de tampos, balcões lápides, dentre outros.

O processo de beneficiamento das rochas ornamentais, acontece após a extração de grandes blocos retangulares na fase de lavra, seguindo basicamente duas etapas: beneficiamento primário e secundário. Na lavra já existe uma quantidade razoável de material que é descratado para o corte de chapas por não poder ser extraído em blocos.

A primeira etapa refere-se ao desdobramento dos blocos rochosos em chapas de espessuras entre dois e três centímetros, espessuras mais usuais demandadas pelo mercado consumidor. Este procedimento é feito por meio de um maquinário específico, como teares convencionais e multifios diamantados, talha-blocos, monofios diamantados dentre outros. No entanto, atualmente, o uso da tecnologia de multifios diamantados tem substituído os demais processos convencionais de corte, devido sua rapidez de produção que é seis vezes maior e também porque “gera um resíduo constituído de pó de rocha e água”(VIDAL *et al.*, 2013, p.35).

Após o processo de serragem da rocha, as chapas passam pelo processamento final, ou seja, nesta fase o material é talhado com formato, dimensão e aparência praticamente definitiva. Este processo envolve o corte das peças nas formas, desenhos e dimensões diversas, acabamentos de borda e também pelo acabamento da superfície. Dentre os principais acabamentos superficiais estão: levigamento, polimento, flamejamento, escovação, resinagem, e o apicoamento, dentre outros. É neste estágio de conformação e especificação final, que as cores, texturas e aparência das rochas se sobressaem.

Concluídos estes ciclos de beneficiamento, a chapas de rochas ornamentais são enviadas às marmorarias, local onde são dimensionadas em produtos específicos de acordo com a solicitação de projetos principalmente oriundos da construção civil, como pias, bancadas, revestimentos, pavimentação, peitoril, soleiras, rodapés, móveis, etc.

É conveniente apontar que os arremates feitos nas marmorarias podem diferir de acordo com a disponibilidade das tecnologias empregadas no local, como o corte por jato d’água, por exemplo, que permite a execução de peças extremamente elaboradas e personalizadas.

Em todas as etapas que envolvem a produção de rochas ornamentais, há geração de resíduos, mote deste estudo. Por isto é necessário discorrer, sobre os aspectos que envolvem a sustentabilidade e os impactos ambientais ocasionados pela extração deste tipo de material.

2.1 Os resíduos

Todo processo de produção de artefatos, seja de material natural ou não, passa por etapas em que ocorrem perdas de material. No setor de rochas ornamentais não é diferente. Em todas as fases produtivas do beneficiamento, desde a extração até a concepção do produto final existe algum tipo de material residual.

Os resíduos sólidos e suas classificações de acordo com a NBR 10004, em sua segunda edição atualizada, define os resíduos nos estados sólidos e semi-sólido como materiais “que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição”(NBR 10004, 2004, p.01). O documento inclui também lodos procedente de sistemas que envolvem água em seu contexto, “bem como determinados efluentes, contendo partículas finas e ultrafinas de rochas ou minerais”(CAMPOS;CASTRO, 2007, p.04).

Quanto à classificação, a norma traz duas classes: Classe I – resíduos perigosos e Classe II: Não Perigosos. A segunda classe ainda é dividida em resíduos inertes, cujas características quando em contato com a água não sofrem modificações – ordem que se enquadram os resíduos rochosos; e não inertes, materiais que podem ser solúveis em água.

É importante frisar que, estas classificações devem ser usadas para organização de planos adequados para a gestão de resíduos, em grandes empresas principalmente, pois ajuda a nortear todo o processo de coleta, transporte e descarte correto do excedente.

Na cadeia produtiva das rochas ornamentais e de revestimentos, de acordo com Campos e Castro (2007), a classificação do excedente do processo de beneficiamento normalmente é feita pela dimensão do resíduos, nomeados em: grossos, finos e ultrafinos. Ambos são encontrados em todas etapas de beneficiamento, porém alguns são mais característicos em determinadas etapas, conforme pode-se visualizar na imagem (Figura 01) a seguir:

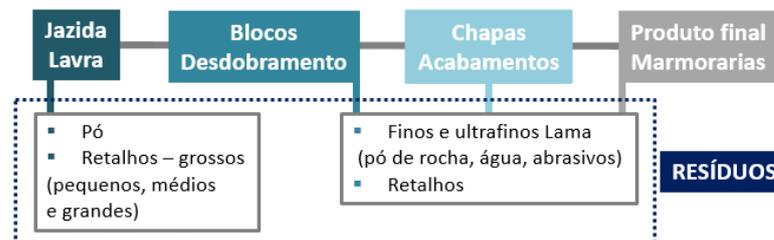


Figura 01: Etapas do beneficiamento e geração de resíduos. Fonte: Elaborado pelas autoras.

O material residual grosso comumente é encontrado em todas etapas do beneficiamento, porém diminuindo sua dimensão à medida que avança o processo produtivo (retalhos menores). Ou seja, os resíduos oriundos das pedreiras são blocos de dimensões diversas e irregulares (Figura 02 – a), com algum defeito, como fraturas por exemplo. Já no desdobramento dos blocos em chapas, as sobras são casqueiros, lascas, tiras dentre outros tipos (Figura 02 – b).



Figura 02: a) Resíduos Pedreira Paludo – Garibaldi/RS b) Resíduos beneficiamento – Empresa Basaltear – Parai/RS. Fonte: Elaborado pelas autoras

De acordo com Paldés (2007), os casqueiros, termo corriqueiramente usado para definir grande parte dos resíduos, correspondem a grandes chapas lisas de um lado e no outro com marcas de martelos, com tamanho aproximado de 2,90 x 1,80 x 0,05 metros, que possuem extremidade irregulares. O autor aponta ainda outra nomenclatura, também usada na indústria do setor, para nomear os resíduos que se constituem em pequenos blocos (dimensões diversas) de materiais de alta qualidade, as “interas”. Matéria – prima também considerada de grande desperdício.

Na etapa final, na marmoraria, local onde acontecem os recortes finais, esquadreamento das peças, polimento e demais processos finais, os resíduos considerados sólidos e grossos se constituem de aparas e pedaços de lascas, tamanhos pequenos de rochas excedentes.

Os resíduos finos e ultrafinos, conforme apontam Campos e Castro (2007), são característicos dos processos que ocorrem principalmente nas serrarias e marmorarias, sendo formados pelos efluentes gerados juntamente com a água usada na refrigeração durante o corte, a chamada lama abrasiva, composta por água, cal e granalha. O pó produzido nos processos de polimento e afins também é classificado com resíduo fino, que contém produtos químicos e componentes de abrasivo usados durante a etapa (CAMPOS; CASTRO, 2007).

Embora o emprego de novas tecnologias de extração e corte das chapas seja uma realidade que aumenta a cada dia, as pedreiras e empresas de beneficiamento ainda possuem uma quantidade expressiva de material residual, que são depositados nas próprias empresas à céu aberto, ou reaproveitados para a produção de cascalhos e britagem, por exemplo.

Para se ter ideia do material que é perdido apenas nas etapas iniciais de processamento, Paldés (2007), apontou em seu estudo que um bloco de rocha extraído da pedreira gera em média 54 chapas de 2,90m x 1,80m x 0,02m, com área útil de cerca de 2,80m x 1,75m. Isto significa que “o desperdício na serragem é de 25,38 m²/bloco (0,47m² x 55= 25,38 m²), excluindo-se aí a perda com os “casqueiros”(PALDÉS, 2007, p.45).

No geral, no Brasil, as perdas relacionadas ao processamento de extração, corte e desdobramento em teares e talhas-bloco são em torno de 35-40% no mínimo, já para o processo de beneficiamento simples, sem o uso destas tecnologias, o percentual pode atingir até 70% (MME, 2009).

Nos últimos anos o setor de rochas ornamentais e revestimentos tem se deparado com um grande desafio sob o foco da sustentabilidade: o gerenciamento de seus resíduos. Buscar alternativas viáveis que cumpram as exigências das legislações ambientais, regulamentações e responsabilidades, são sem dúvida ações que podem contribuir com a preservação do meio ambiente e ainda com o refinamento de seus processos industriais, que por consequência, faz melhorar a qualidade do produto final.

2.2 O reaproveitamento dos resíduos

Apesar da abundância de material rochoso existente, as rochas consideradas ornamentais e de revestimento são pouco exploradas em outras vertentes que não no mercado da construção civil e arquitetura de interiores em geral, e seus resíduos tampouco reaproveitados de forma à valorização de sua materialidade.

Paldés (2007) afirma que o tamanho da indústria de rochas ornamentais é proporcional ao desperdício que ela gera, e que milhares de toneladas de rejeitos não possui destinação

formal e acabam sendo reaproveitados apenas como cascalhos ou são considerados lixo industrial.

No entanto, existem pesquisas que mostram o reaproveitamento dos resíduos de rochas ornamentais para outros fins, como para painéis decorativos, artefatos diversos, produção de tijolos e materiais cerâmicos com o uso da lama abrasiva resultante das etapas de beneficiamento, o pó de rocha como enriquecimento mineral do solo, dentre outros.

No âmbito da construção civil, Paldés (2007) descreve que é possível o aproveitamento dos resíduos provenientes do beneficiamento para construção de faixas e painéis decorativos, tiras para construção de ralos, seixos rolados e até pisos em “cacos”, entre inúmeras possibilidades.

Neto e Melo (2013) propõem o desenvolvimento de novos produtos a partir da identificação dos tipos de resíduos, em que classificam em pequenos, médios e grandes. Dentre os produtos propostos estão banco de jardim, mesa de centro, cinzeiro, saboneteira, porta-lápis, etc. Também indicam que os novos produtos gerados podem ser confeccionados com as ferramentas e insumos já existentes na empresa, sem o emprego de novas tecnologias.

Já Wiedemann *et.al* (2015), sugerem a utilização da lama abrasiva para a fabricação de tijolos – ditos tijolos ecológicos - em substituição à grande parte da argila que normalmente é utilizada no processo. Enfatizam ainda que esta temática vem despertando o interesse de diversos pesquisadores.

Outra forma de reaproveitamento do resíduo rochoso que tem se difundido atualmente é a utilização do pó de rocha como remineralizadores de solo, processo chamado rochagem. De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais - ABIROCHAS (2020), este processo será uma revolução para o setor agrícola, visto que além de substituir alguns tipos de agrotóxicos tem grande vantagem econômica.

Ainda, conforme indica Vidal (2003), o principal consumidor dos rejeitos das serrarias e marmorarias é a construção civil, o chamado “*construbusiness*”. O autor exemplifica possíveis meios de reaproveitamento dos resíduos, propondo agregados para a construção civil, discriminados em diversos tamanhos de granulações (areia, pedra britada, pedregulho, pedrisco e pó de pedra), corte em menores dimensões dos ladrilhos que são considerados residuais por estarem fora do padrão, dentre outras ações que podem recuperar e otimizar a produção nas pedreiras.

Por fim, como percebe-se, a temática não é estanque e pode ser aprofundada por muitas e distintas áreas de pesquisa, como a do design, mote destes apontamentos. Assim, pensar sobre como aproveitar efetivamente os rejeitos da atividade produtiva das rochas ornamentais e de revestimento, contribui de forma efetiva para uma aproximação com as questões que envolvem o desenvolvimento de produtos por meio do design, além da sustentabilidade econômica e ambiental.

3. Aproximação setor de rochas ornamentais com o design

No ano de 2018 foi realizada a primeira exposição de produtos desenvolvidos por designers brasileiros, com o intuito de aproximar a indústria brasileira de rochas ornamentais com designers e arquitetos, ampliando as possibilidades formais e uso das rochas. Esta ação teve iniciativa da Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais (ABIROCHAS)

em parceria com a Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos (Apex-Brasil), com curadoria de Adélia Borges.

Na primeira edição os 15 produtos desenvolvidos variaram em formas e funções, desde o uso corriqueiro como revestimentos, pisos e cubas até móveis e pequenos objetos utilitários e decorativos. As rochas ornamentais utilizadas foram mármore, granitos, quartzos e quartzitos, fornecidas pelas empresas parceiras do evento.

O processo de execução das peças envolveram máquinas de Controle Numérico Computadorizado (CNC), possibilitando um estudo formal mais elaborado, porém pouco usual no mercado brasileiro de beneficiamento de rochas ornamentais. Além do uso da tecnologia mais avançada, alguns artefatos também contaram com a produção manual.

Em 2019, ocorreu a segunda edição do evento, com curadoria de Vivian Coser. Assim como no ano anterior, arquitetos e designers desenvolveram produtos com rochas ornamentais brasileiras, com o intento de mostrar a versatilidade do material. A exposição contou com 22 peças, com distintas proposições, acabamentos e meios de processamento.

No ano de 2020 aconteceu o terceiro ano consecutivo da exposição, no entanto não foi lançado catálogo oficial dos artefatos expostos, em detrimento da pandemia, assim como a edição de 2021 não ocorreu.

Sobre os produtos selecionados para este estudo, foram contemplados os que se enquadram às especificações sobre o que são considerados material residual sólido na cadeia de rochas ornamentais. Assim, as peças que perfeitamente poderiam ser confeccionadas a partir dos resíduos são: mesas laterais, bandejas, fruteiras, objetos multiusos e ainda peças com design de superfícies.

Dentre as distintas proposições de mesas laterais - formas, cores e tamanhos - estão a mesa lateral Petra (Figura 03 – a), cuja configuração se dá pelo uso da rocha granito (Black Fusion e Taurus) e quartzito (Mykonos) nos tampos (redondos e retangulares), e sua base em aço carbono pintado em preto. A dimensão total é de 33 x 63,5 x 53 cm. A mesa lateral Adobe (Figura 03 – b), que utiliza em sua base pequenos blocos de rocha (quartzito Arezzo, Green Ocean e Perla Santana), também estrutura em aço pintado e alturas diferentes de (1) 21 x 25 x 60 cm (2) 41 x 31 x 60 cm (3) 38 x 28 x 60 cm. E a mesa de apoio Jardim (Figura 03 – c) com tampo com quartzito (Iron Red) com 25 x 25 centímetros, eixo central em aço carbono pintado com 50 centímetros de altura. Em ambas mesas é possível perceber a junção entre a rocha e material metálico, de tamanhos diversos, porém pequenos.

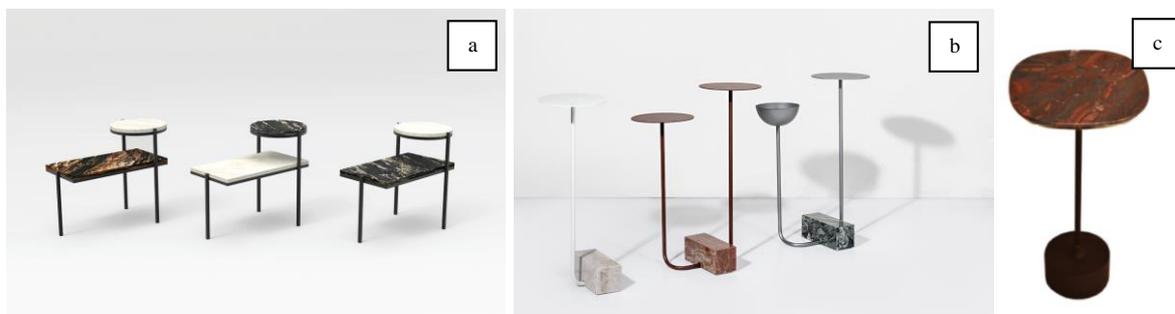


Figura 03: a) Mesa lateral Petra – Design por Fernando Jaeger (2018) b) Mesas laterais Adobe – Design por Guilherme Wentz (2018) c) Mesa Lateral Jardim – Design por Jader Almeida (2019)
Fonte: a - b - c) Catálogos Brazilian Stone Original Design - 2018 e 2019.

Bandejas de distintos tamanhos e formatos também foram artefatos desenvolvidos para a mostra. As Bandejas Árdea (Figura 04 – a) se constituem apenas de rocha mármore (Superlative), em formatos irregulares e medidas desiguais, com bordas esculpidas no próprio material. Já a Bandeja Fita (Figura 04 – b), mescla o aço inox com o mármore (Amsterdam), que é uma simples placa no centro do objeto, com dimensão de 60 x 30 x 5 centímetros.



Figura xx : a) Bandejas Árdea – Design por EstudioBola (2018) b) Bandeja Fita – Design por Leandro Garcia (2018). Fonte: Fonte: Catálogo Brazilian Stone Original Design – 2019.

Outros tipos de objetos encontrados foram fruteiras. A fruteira Minimal (Figura 05- a), confeccionada em quartzito (Sunflower), dispõe de duas placas retangulares que se encaixam entre si. E a peça E.ro (Figura 05 – b), em mármore (Shadow), que se configura em formato quadrado e com texturas que remetem às erosões eólicas causadas pelos ventos nas rochas, e tamanho de 40 x 40 cm.

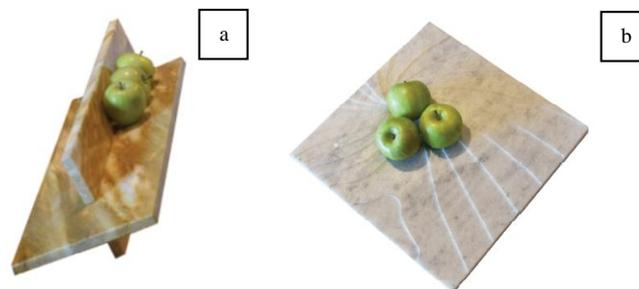


Figura 05: a) Fruteira Minimal – Design por Konsept (2019) b) Fruteira E.ro – Design por Andrea Macruz (2019). Fonte: Catálogo Brazilian Stone Original Design – 2019.

Já as peças desenvolvidas pelo designer Ludson Zampirolli agregam o pensar projetual do design e a alta tecnologia, ainda pouco empregada no setor de rochas ornamentais no Brasil. A Superfície Veneto (Figura 06 – a), por exemplo, uma peça de 40x40x10 centímetros, esculpida em mármore (Mandala), foi elaborada por meio de modelagem tridimensional, seguida do processo de usinagem em uma máquina de monofio diamantado CNC.

Outro projeto são as placas de revestimentos em quartzitos (Avocatus, Madeirus e Platinus), figura 06 –b, com dimensão de 40x40x2 centímetros, em que desenhos geométricos foram usinados sobre a superfície da rocha, por meio da técnica de gravação a laser em mármore e quartzitos.

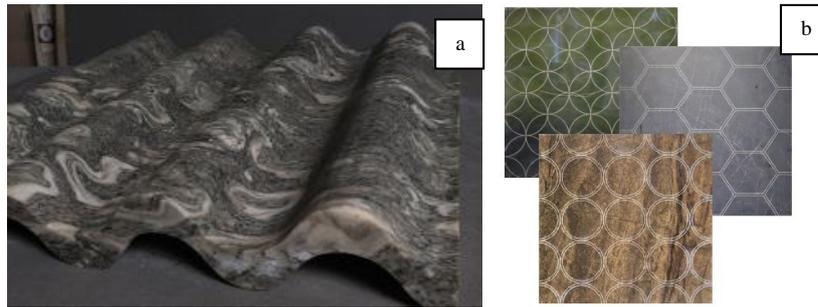


Figura 06: a) Superfície Veneto – Design por Ludson Zampirolli (2018) b) Revestimentos – Design por Ludson Zampirolli (2019). Fonte: a - b) Catálogos Brazilian Stone Original Design - 2018 e 2019.

Cabe aqui uma ênfase para Ludson Zampirolli, pioneiro no desenvolvimento de produtos com rochas ornamentais a partir da aplicação da tecnologia máquinas de Controle Numérico Computadorizado (CNC), explorando novos usos do material, bem como formas e texturas.

E por fim, o objeto que agrega mais de uma função: o vaso/castiçal Chess (Figura07), composto por duas pequenas peças de rocha – quartzito (Vibranium) em “X” e um tubo central em latão, que demonstra que é possível o aproveitamento e reuso de materiais.



Figura 07: Vaso/Castiçal Chess – Design por Noemi Saga Atelier. Fonte: Catálogo Brazilian Stone Original Design - 2019

A partir da análise descrita acima é possível verificar que grande parte dos produtos desenvolvidos não envolvem uma grande quantidade de material rochoso, comprovando ser completamente cabível o desenvolvimento de produtos com os resíduos provenientes das rochas ornamentais e de revestimento.

4. Aproveitamento residual e sua valorização a partir do design

O termo design, amplamente conhecido e citado por uma vasta bibliografia que tece diversos rumos e conceitos, possui um denominador comum: que o design se constitui em uma atividade interdisciplinar, projetual, que se apropria e aprofunda sobre todos aspectos teóricos, práticos e tecnológicos que envolvem a concepção projetual, considerando ideias inovadoras que contenham elementos de ordem prática, simbólica e estética e que ainda permite um diálogo mais próximo com o usuário, ou seja, não é meramente orientado pelo apelo estético.

Quando uma empresa se apropria do design para concepção de seus produtos, ela permeia por um campo que pode ser a espinha dorsal para maior competitividade no mercado. Contudo, o setor de rochas ornamentais e de revestimento ainda não se apropriou completamente deste recurso. Frente à esta lacuna, a ABIROCHAS (2018), publicou um estudo em que coloca o design como um vetor de competitividade setorial, que pode atuar em múltiplas dimensões, como é possível visualizar na imagem abaixo (Figura 08):



Figura 08: Vetores e fatores determinantes da competitividade do setor de rochas ornamentais e de revestimento. Fonte: Ribeiro e Filho (2018).

Dentre os inúmeros vetores que constituem a competitividade do setor, de acordo com o documento proposto pela ABIROCHAS (2018), o design pode atuar em várias frentes, conforme apontam as setas laranjas, a saber: no mix de produtos, diversificando e agregando valor; na tecnologia, no desempenho produto – produção – qualidade; em questões de ordem ambiental, ciclo de vida do produto; e no design e desenvolvimento de mercado, na gestão de mercado, produção e produto.

Portanto, é fato que o design pode e deve atuar no processo de valorização dos produtos provenientes dos resíduos de rochas ornamentais, visto que além de contribuir na concepção de novos produtos, também impulsiona a demanda pela inovação em tecnologias de beneficiamento, fundamentais para o processo de desenvolvimento de artefatos mais aprimorados.

E sob este ponto de vista e reflexão, foi possível analisar e identificar que os 37 produtos encontrados nos catálogos do “Brazilian Stone Fair”, no mínimo 10 poderiam ser confeccionados com resíduos de rochas ornamentais, ou até mesmo os artefatos dimensionalmente maiores, visto que corriqueiramente se encontra material residual em grandes dimensões, inutilizados por alguma patologia ou fratura, tornando-se obsoletos.

Outro aspecto observado, foi que o desenvolvimento de objetos em rochas ornamentais, além permitir o uso de novas tecnologias para elaboração de produtos com texturas e formas diversas, também permite a combinação e uso de outros materiais. Ponto que vale salientar, pois a maioria dos produtos confeccionados com rochas ornamentais, poucas vezes são pensados em combinação com outros tipos de materiais, de texturas, cores, acabamentos e propriedades distintas.

Em relação ao design dos artefatos observados, pode-se perceber que o ato projetual, de concepção formal e de conceito estão presentes, provando que o conhecimento técnico de forma, função, materialidade e concepção, provenientes da junção do design e tecnologia, constrói inúmeras possibilidades que o mercado de rochas ainda pouco explora.

De acordo com Neto e Torres (2016), em seu estudo sobre o “Design como fator chave para o processo de inovação de produto no setor de rochas ornamentais”, é possível afirmar que ao investir na produção, no aproveitamento de resíduos e no desenvolvimento de novas linhas de artefatos – modulados ou sofisticados – as empresas conseguirão agregar valor real ao produto final, e por consequência fomentar o investimento em novas tecnologias e o consumo.

Por isto cabe enfatizar que agregar valor aos resíduos provenientes das etapas de beneficiamento por meio do design é essencial ao setor de rochas ornamentais, pois além de contribuir para a competitividade do setor, contribui para desenvolvimento mais sustentável por parte da empresa.

5. Considerações Finais

Diante do cenário exposto, verificou-se que é premente um olhar criterioso sob o ponto de vista da geração de resíduos da indústria de rochas ornamentais e de revestimentos. Pensar novos meios e tecnologias para reaproveitar os rejeitos é essencial para a competitividade da empresa e principalmente para questões que envolvem o desenvolvimento sustentável.

Conforme apontam Ribeiro e Filho (2018), é uma condicionante setorial que afeta consideravelmente o processo de mineração, a qual deve ser orientada pelo controle ambiental das atividade produtivas com fins de otimização do uso das matérias-primas e conservação de energia, para reaproveitamento dos rejeitos resultantes da lavra e beneficiamento. Os autores apontam ainda que “os rejeitos da atividade produtiva de rochas ornamentais devem ser percebidos como estoques remanescentes, efetivamente aproveitáveis como matéria-prima para usos industriais diversos.”(RIBEIRO;FILHO, 2018, p.28)

Verificou-se que existem muitas formas de reaproveitamento dos rejeitos de rochas ornamentais e de revestimento, contudo sem o enfoque da valorização por meio do design de produtos. O design, por sua natureza projetual e multidisciplinar, tem a capacidade técnica de aprimorar a gama de produtos, mesmo oriundos de material excedentes, incentivando novos usos e até mesmo a implementação de novas tecnologias de processo produtivo, conforme pode-se visualizar nos produtos expostos nos catálogos da “Brazilian Stones Original Design”.

Por fim, o design pode ser usado como estratégia para superação do gerenciamento sustentável de resíduos pétreos, além de ser uma ponte de inovação para desenvolvimento de artefatos a partir do material residual, agregando valor à matéria-prima.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ROCHAS ORNAMENTAIS - ABIROCHAS. **Café com ABD: Conhecendo as rochas ornamentais.** São Paulo:

ABIROCHAS, 2020. Disponível em: < <https://abirochas.com.br/site/webinar-e-lives/>>
Acesso em: 11.ago.2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: 2004. **Resíduos Sólidos - Classificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15012:2013. **Rochas para revestimento de edificações – Terminologia**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

FILHO, C.C. **Consumo Interno Aparente**. In: O Setor Brasileiro de Rochas Ornamentais. Brasília: ABIROCHAS, 2019.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Perfil de Rochas Ornamentais e de Revestimento**. Relatório Técnico 33. Brasília: MME, 2009.

NETO, A.A.B.; MELO, A.M.V. **Desenvolvimento de projetos de produtos utilizando resíduos pétreos de rochas ornamentais**. Eng. Sanit. Ambient. v.18, n.4, 2013. p. 393–398

PALDÉS, R. J. A. **Aproveitamento de rejeitos do processo industrial de rochas ornamentais na arquitetura**. In: Congresso Brasileiro de Rochas Ornamentais. Natal, 2007. Anais... Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2008. p. 42-53

RIBEIRO, H.M; FILHO; C.C. **Estudo da competitividade brasileira no setor de rochas ornamentais e revestimentos: estratégia para uma política nacional de desenvolvimento setorial**. Brasília: ABIROCHAS, 2018.

RIBEIRO, H.M; FILHO; C.C. **Estudo da competitividade brasileira no setor de rochas ornamentais e revestimentos: síntese do diagnóstico e diretrizes estratégicas – 9º relatório de andamento – Março 2015**. Brasília: ABIROCHAS, 2018.

TORRES, T.F; NETO, R.S. **Design como fator chave para o processo de inovação de produto no setor de rochas ornamentais**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção: Contribuições da Engenharia de Produção para Melhores Práticas de Gestão e Modernização do Brasil, 36, 2016. João Pessoa. Anais... João Pessoa: ABEPRO, 2016.

VIDAL, F. W. H. **Aproveitamento de rejeitos de rochas ornamentais e de revestimentos**. In: Anais do IV Simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste, 16 a 19 de novembro de 2003, Fortaleza. Rio de Janeiro: CETEM/SBG, 2003. p.221-229.

VIDAL, H.C.A.A; CASTRO, N.F. **Tecnologia de rochas ornamentais: pesquisa, lavra e beneficiamento**. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2013. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/1960>. Acesso em: 15.jun. 2020.

WIEDEMANN, A.; FRANCISCO, R. C.; DA SILVA, J.D. **Aproveitamento de resíduos pétreos de marmorarias: uma abordagem teórica**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 28, 2015. Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ABES, 2015.

ZAMPIROLI, L.. **A influência de parâmetros ambientais na competitividade e tecnologia para o setor de rochas ornamentais**. IN: Congresso Brasileiro de Rochas Ornamentais, 3, 2007, Natal. Anais... Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2008. p. 326-340