



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
COORDENAÇÃO DO CURSO DE DESIGN

KÍRIO ALEXANDRE DA SILVA LOPES

DESIGN E RESÍDUO DE ROCHAS ORNAMENTAIS:
aplicação em projeto de produto.

São Luís
2026

KÍRIO ALEXANDRE DA SILVA LOPES

DESIGN E RESÍDUO DE ROCHAS ORNAMENTAIS:

aplicação em projeto de produto.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Design da Universidade Federal do Maranhão - Campus Bacanga, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Design.

Orientador: Profa. Dra. Gisele Reis Correa Saraiva

Coorientador: Prof. Dr. Denilson Moreira Santos

São Luís

2026

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Lopes, Kírio Alexandre da Silva.

Design e resíduos de rochas ornamentais: : aplicação em projeto de produto / Kírio Alexandre da Silva Lopes. - 2026.

66 p.

Coorientador(a) 1: Denilson Moreira Santos.

Orientador(a): Gisele Reis Correa Saraiva.

Monografia (Graduação) - Curso de Design, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2026.

1. Design. 2. Resíduos. 3. Rochas Ornamentais. 4. Ecojoias. 5. Sustentabilidade. I. Santos, Denilson Moreira. II. Saraiva, Gisele Reis Correa. III. Título.

KÍRIO ALEXANDRE DA SILVA LOPES

DESIGN E RESÍDUO DE ROCHAS ORNAMENTAIS:

aplicação em projeto de produto.

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Bacharelado em
Design da Universidade Federal do
Maranhão - Campus Bacanga, como
requisito parcial para obtenção do grau de
Bacharel em Design.

Aprovado em _____ de _____ de _____.

Banca Examinadora

Profa. Dra. Gisele Reis Correa Saraiva
(Universidade Federal do Maranhão)

Profa. Dra. Karina Porto Bontempo
(Universidade Federal do Maranhão)

Profa. Dra. Andréa Katiane Ferreira Costa
(Universidade Federal do Maranhão)

À minha mãe Rosirene e a minha tia Maria José, que acreditaram no meu sonho e fizeram o que era possível para que ele se tornasse realidade. Aos meus colegas de turma, fundamentais para o desenvolvimento desta pesquisa, e à minha orientadora, que acreditou em mim e me incentivou a persistir.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Espírito Santo de Deus, fonte de toda sabedoria e providência, e a Maria Santíssima, Mãe de Pentecostes, por sua intercessão e cuidado ao longo de toda esta caminhada. Minha gratidão à minha mãe e à minha tia, que durante todos esses anos nunca mediram esforços para prover o necessário, permitindo que eu me dedicasse integralmente aos estudos. Às minhas irmãs e aos meus primos, em especial à Debora e à Luana, agradeço o incentivo constante, pelas palavras de apoio e por sempre acreditarem no meu potencial. Sou profundamente grato aos meus amigos da Renovação Carismática Católica, irmãos que Deus colocou em meu caminho, tanto em Chapadinha quanto em São Luís. Meu muito obrigado a Das Dores, Ivanildes, Madrinha Elaine e Júnior Torres, pelas orações, pelo incentivo e pelos conselhos que me ajudaram a acreditar e a perseverar. Agradeço, de forma especial, aos membros do Núcleo de Serviço do Grupo de Oração São Francisco, pelo acolhimento em São Luís e pelo apoio durante meu processo de adaptação. Vocês se tornaram minha família nesta cidade. Waldylene e André, minha gratidão pela amizade sincera, pelo companheirismo e por me ajudarem a atravessar esses anos com alegria e confiança. Agradeço profundamente aos irmãos que a graduação me deu: Helden, Fernando, Newton e Guilherme. Vocês tornaram essa jornada de quatro anos mais leve, alegre e divertida. A companhia de vocês foi essencial para que eu chegasse até aqui. Muito obrigado, meus amigos. Ao Professor Denilson Moreira, agradeço a confiança de me aceitar como bolsista de Iniciação Científica, assim como as Professoras Inez Silva e Karina Bontempo, por me acompanharem ao longo do curso como orientadoras. A contribuição de vocês foi indispensável para minha formação, assim como a de todos os professores que fizeram parte dessa trajetória. Minha gratidão também à querida colega Letícia Maria Muniz Lobo e aos alunos de Projeto de Produto II (2024.1), que foram indispensáveis para os resultados desse estudo. Por fim, e de maneira muito especial, meu mais sincero agradecimento à Professora Gisele. A graduação me deu, na senhora, uma verdadeira “mãezona”. Sem sua atenção, cuidado, compromisso e, sobretudo, sem o amor que você dedica à sua profissão, eu não estaria hoje escrevendo estas linhas. Obrigado por me incentivar, por acreditar em mim e por não me deixar desistir quando pensei em protelar este trabalho. Você me inspira profundamente, tanto como profissional quanto como pessoa. Muitíssimo obrigado!

“A pedra que os pedreiros rejeitaram
tornou-se a pedra angular.”

Salmos 117, 22.

RESUMO

Os materiais de origem natural sempre estiveram presentes na construção da cultura humana, desde os primeiros artefatos até as práticas contemporâneas de design. Entre eles, os materiais de origem mineral, como rochas ornamentais, mantêm relevância não apenas por conta de suas características físicas e estéticas, mas também por causa da sua capacidade de expressar identidades culturais e ampliar possibilidades projetuais no design. No entanto, a intensa exploração das rochas ornamentais gera impactos ambientais expressivos, o que reforça necessidade de abordagens sustentáveis capazes de ampliar suas possibilidades de uso. Com caráter descritivo e exploratório, esta pesquisa propõe reaproveitar resíduos sólidos de rochas ornamentais provenientes de marmorarias da cidade de São Luís, no desenvolvimento de produtos. Esse trabalho partiu do mapeamento de marmorarias em São Luís, onde os resíduos foram coletados, catalogados e analisados quanto ao seu potencial de reaproveitamento. A partir desse processo, foram desenvolvidas ecojoias inspiradas nas características geográficas e culturais do Maranhão, em um percurso que integrou pesquisa e experimentação material, culminando na exposição natureza lapidada. Assim, o estudo evidencia o papel do design na promoção da circularidade dos materiais, apontando caminhos criativos para a produção de impactos ambientais e para a construção de práticas mais sustentáveis.

Palavras-chave: Design; Resíduos; Rochas ornamentais; Ecojoias; Sustentabilidade.

ABSTRACT

Materials of natural origin have always been present in the construction of human culture, from the earliest artifacts to contemporary design practices. Among them, mineral-based materials, such as ornamental stones, remain relevant not only because of their physical and aesthetic characteristics, but also due to their ability to express cultural identities and expand design possibilities. However, the intense exploitation of ornamental stones generates significant environmental impacts, which reinforces the need for sustainable approaches capable of broadening their possibilities of use. With a descriptive and exploratory character, this research proposes the reuse of solid waste from ornamental stones generated by marble workshops in the city of São Luís in product development. The study began with the mapping of marble workshops in São Luís, where the waste was collected, cataloged, and analyzed regarding its potential for reuse. From this process, eco-jewelry pieces inspired by the geographical and cultural characteristics of Maranhão were developed, through a path that integrated research and material experimentation, culminating in the exhibition *Natureza Lapidada* (Lapidated Nature). Thus, the study highlights the role of design in promoting material circularity, pointing to creative paths for reducing environmental impacts and for building more sustainable practices.

Keywords: Design; Waste; Ornamental stones; Eco-jewelry; Sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Preto São Gabriel e Verde Ubatuba.....	22
Figura 2 – Mármore Branco.....	23
Figura 3 - Bege Bahia	24
Figura 4 - Pedra Cariri Creme	25
Figura 5 - Azul Macaúbas.....	25
Figura 6 - Nero Marinace	26
Figura 7 - Pablita	32
Figura 8 - Carol Barreto.....	33
Figura 9 - Eco Aluminium	33
Figura 10 - Armazenamento dos resíduos nas marmorarias.....	35
Figura 11 - Corte com o cortador elétrico CORTAG Zapp 600.....	36
Figura 12 – Imagem obtida por scanner (granito amarelo ornamental).....	37
Figura 13 - Imagem obtida por scanner (granito maracujá)	37
Figura 14 - Moodboard	39
Figura 15 - Multimachine Lapidart®	40
Figura 16 - Corte da amostra na lapidadora e uso do rebolo diamantado	41
Figura 17 - Lixamento e acabamento das peças.....	41
Figura 18 - Técnica Inlay.....	42
Figura 19 - Técnica Inlay adaptada à pesquisa.....	43
Figura 20 - Trituração, agitação eletromagnética e separação dos fragmentos.....	43
Figura 21 - Uso de molde, cabine de LED UV e peça obtida	44
Figura 22 - Marca da Coleção Natureza Lapidada	44
Figura 23 - Amostras identificadas	45
Figura 24 - Nuvem de palavras	49
Figura 25 - Desenho conceitual.....	50
Figura 26 - Peças da coleção "Tesouros do mangue"	50
Figura 27 - Peças da coleção “Entrelaços”	51
Figura 28 - Arquitetura colonial e arquitetura vernacular.....	52
Figura 29 - Peças da coleção “Maresia”.....	52
Figura 30 - Peças da coleção “Os foliões”	53
Figura 31 - Buriti (Mauritia flexuosa)	54
Figura 32 - Peças da coleção “Plano Buriti”	54

Figura 33 - Moldes da “Coleção do Exílio” para a técnica inlay.....	55
Figura 34 - Brinco “Palmeira Tropical”	55
Figura 35 – Peças da Coleção “Filhos de Aruanda”	56
Figura 36 - Exposição Natureza Lapidada	57

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1 Materiais Naturais	16
2.1.1 Materiais de origem mineral no campo do design	17
2.2 Rochas ornamentais	19
2.2.1 Tipos de rochas ornamentais	20
2.2.2 O setor de rochas ornamentais no Brasil	26
2.2.3 Resíduos de rochas ornamentais	27
2.3 Design e Sustentabilidade	29
2.7 Ecojoias.....	31
3. MATERIAIS E METÓDO.....	34
3.1 Mapeamento das marmorarias.....	34
3.2 Coleta e análise de amostras	35
3.3 Análise das possibilidades de utilização	38
3.4 Geração de alternativas de design para o uso do material	38
3.5 Desenvolvimento das ecojoias	39
3.5.1 <i>Lapidação</i>	39
3.5.1 <i>Técnica Inlay</i>	42
3.6 Apreciação do público	44
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	45
4.1 Catalogação das amostras.....	45
4.2 Coleção Natureza Lapidada	48
6. CONCLUSÃO	57
REFERÊNCIAS.....	59

1. INTRODUÇÃO

A utilização dos materiais de origem mineral pela humanidade é uma prática que remonta das antigas civilizações, datadas além dos tempos históricos. O sílex, rocha sedimentar dura e densa, composta principalmente de quartzo criptocristalino, foi um dos primeiros minerais a serem utilizados pelo homem, geralmente empregado na confecção de ferramentas cortantes para a manipulação de alimentos e para atividades de caça (Navarro, 2006).

Durante a pré-história, na era do Paleolítico, observou-se a utilização da técnica de lascar a pedra para a confecção de ferramentas (Pelegriin, 2019). Já no período Neolítico, a utilização de cerâmicas e metais marcaram a descoberta de outros materiais, possibilitando ao homem transformar uma matéria em diversos utensílios, como recipientes e armamentos, dado a capacidade de manipulação da forma (Carvalho, 2019).

Ainda durante esse período, as manipulações das rochas eram possibilitadas pelo processo de abrasão. O processo consiste em desbastar, utilizando o atrito gerado entre um mineral contra o outro, com a adição de um lubrificante, nesse recorte histórico geralmente se utilizava saliva, e a areia servia como pó abrasivo (Souza, 2021).

Essas atividades marcaram o domínio humano sobre as matérias-primas de composição mineral, que influenciaram diretamente no processo evolutivo da sociedade, suas habilidades técnicas e modos de vidas. Porém, esse avanço se deu de forma alternada nas diversas regiões do globo, com distintos povos desenvolvendo diferentes maneiras de lapidação de rochas e gemas, como por exemplo, a esmeralda utilizada pelas civilizações chinesas e as ágatas e quartzo incolor no Egito (Neto, 2014).

A partir de então, acontece o surgimento da produção de joias, usadas para adornar ídolos e membros dos governos monárquicos. Geralmente, eram lapidadas em formatos arredondados ou em forma de placas que possibilitassem a técnica de entalhe sob a superfície (Nadur, 2014).

Diante do exposto, pode-se afirmar que os recursos naturais de origem mineral acompanharam o homem durante todo o seu processo de desenvolvimento cultural, seja para fins de defesa, alimentação, ornamentos e produção de objetos de uso geral.

O uso dessas matérias-primas perdura até a atualidade, quando percebemos a influência desses materiais na construção civil, como a areia e os tijolos cerâmicos, e no design, através da produção de objetos de uso comum como revestimentos, mobiliários e joias.

Outrossim, Nadur (2014), afirma que o design, considerado como um campo e como um processo de criatividade destinado a desenvolver produtos, sempre acompanhou a formação social. Pois, o ser humano é tendencioso a desenvolver de forma instintiva, artefatos que possibilitem a sua existência no mundo.

A utilização de materiais compostos por minerais em projetos de design tem levantado discussões cada vez mais atuais, promovendo debates emergentes sobre os conhecimentos a respeito do material, sua formação, composição, seus processos de beneficiamento, descarte e as relações entre procedimentos práticos em ergonomia, moda, design industrial e joalheria. (Lopes *et al.*, 2025).

Neste cenário, destaca-se a utilização de um tipo de material cada vez mais presente em projetos de design e arquitetura: as rochas ornamentais. Com o mercado cada vez mais aquecido, nos últimos anos, o setor tem se consolidado como um dos mais promissores dentro da indústria minero-industrial, em escala global e nacional (Gonçalves, 2021).

Contudo, é impossível ignorar as consequências resultantes dessa produção em larga escala. Anualmente, acompanhando a alta produtividade, milhões de toneladas de resíduos sólidos provenientes das atividades mineradoras são gerados.

De acordo com Liczbinski (2021), essas práticas impõem ao planeta a necessidade de uma constante vigilância, por conta da eminente ameaça ambiental, principalmente por conta da degradação do solo, causada pela intensa extração, pela geração de rejeitos - um dos principais agentes de poluição do solo, do lençol freático e dos cursos d'água - além do elevado consumo de energia elétrica e água potável, insumos que viabilizam os processos de mineração.

Considerando essa problemática, torna-se urgente a adoção de práticas que viabilizem a reutilização do descarte inadequado desses resíduos, de modo a gerar impactos positivos do ponto de vista econômico, ambiental e social. De

acordo com Chiodi Filho *et al.* (2014), o aproveitamento desses materiais minerais, aliado a uma manipulação adequada, representa uma alternativa possível e eficaz para o desenvolvimento de novas oportunidades no setor de rochas ornamentais brasileiro.

Segundo Lopes *et al.* (2025), os resíduos gerados pelo beneficiamento das rochas ornamentais, podem ganhar novos valores e sentidos através do design, que utilizando uma abordagem projetual e metodológica com o auxílio de ferramentas adequadas, pode transformar o material que seria descartado em produtos inovadores e funcionalistas.

Manzini (2003) confirma a necessidade desta reflexão, propondo o Design para a Sustentabilidade, que considera questões do ambiente e o estudo do ciclo de vida dos artefatos de design. Neste contexto, busca-se equilibrar o sistema de produção com os anseios do bem-estar social, otimizando os processos e a vida útil dos produtos, tendo como ponto de convergência a redução dos impactos causados ao meio ambiente.

Para Santos (2017), as discussões e análises sobre produção sustentável é também uma questão necessária no mercado de joias e adornos. Acreditando que, ao utilizar inovação, o design pode ajudar a suprir necessidades existentes na criação ou desenvolvimento de práticas de reaproveitamento, minorando os desperdícios de materiais e agregando valor social as peças produzidas a partir desses resíduos, configurando a sustentabilidade dos objetos criados.

Nesse contexto, surgem as ecojoias, que são projetadas com o intuito de desafiar os padrões tradicionais do design de joias, que prioriza metais e pedras preciosas. Esses produtos oferecem uma nova perspectiva, com ênfase na responsabilidade ambiental (Silva; Clementino, 2023).

Vale ressaltar que a adoção dessa visão produtiva pode ajudar a reduzir a exploração de minas e a extração de pedras preciosas, mitigando processos nocivos ao meio ambiente.

Nesse sentido, este Trabalho de Conclusão de Curso, tem como objetivo reaproveitar os resíduos sólidos de rochas ornamentais provenientes de marmorarias da cidade de São Luís, capital do estado do Maranhão, no desenvolvimento de produtos, contribuindo com a redução de rejeitos lançados

no meio ambiente e ainda apontar novas possibilidades de utilização para geração de emprego e renda.

De forma específica, o trabalho busca: realizar levantamento em marmorarias de São Luís e coletar resíduos de rochas ornamentais disponíveis, identificar e catalogar os tipos de rochas ornamentais coletadas, projetar e desenvolver produtos utilitários, ornamentais e decorativos, e validar esses produtos para uma possível inserção no mercado.

A pesquisa, as análises e as técnicas utilizadas, articulam-se para a projeção de soluções de produtos que efetivamente possam ser desenvolvidos. Para isso, adotou-se uma abordagem metodológica descritiva e exploratória, que, baseada na metodologia de Karana *et al.* (2015), foi executada em seis fases.

Vale ressaltar que, todo o estudo foi desenvolvido durante o Projeto de Pesquisa - DESIGN e SUSTENTABILIDADE: reaproveitamento de resíduos sólidos de rochas ornamentais em projetos de produto, que foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pela Fundação de Amparo à Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA), desenvolvido com a participação dos alunos da disciplina de Projeto de Produto II do curso de Design, da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), no período de 2024.1.

Por fim, espera-se com os resultados, que a iniciativa galgue os impactos esperados na produção de objetos para adorno, influenciando o campo do design a perceber as múltiplas possibilidades de utilização dos materiais minerais, especialmente os resíduos de rochas ornamentais, para a produção de objetos sustentáveis, que carreguem identidade e valor.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Materiais Naturais

Segundo Palombi, Cidade e Mariath (2022), os materiais naturais desempenham um papel fundamental no desenvolvimento das civilizações. Os primeiros objetos utilizados por seres humanos revelam isso, pois, eram geralmente confeccionados com troncos e galhos de árvores, rochas, peles, couros, ossos, chifres, dentes, presas conchas e variados tipos de fibras naturais, como descreve Baysal (2019).

Esses materiais foram fundamentais para a produção de armamentos, ferramentas, roupas, ornamentos e muitos outros objetos de uso cotidiano por essas civilizações. (ASHBY; JOHNSON, 2011; BAYSAL, 2019).

Palombi, Cidade e Mariath (2022), ainda refletem sobre a definição dos materiais naturais. Segundo eles, a definição de um material como natural, pode ter um vasto significado – podendo variar desde a origem e aplicação, até conceitos ambientais e ecológicos. Os autores exemplificam que um “material natural” pode indicar equivocadamente a ausência de substâncias nocivas, que não causam prejuízos à saúde humana, mas essa afirmação nem sempre será verídica (Klaschka, 2015).

Outrossim, a literatura clássica de livros de engenharia e design como os trabalhos de Patton (1968) e Ashby (1992), que marcam o início do estudo sobre os materiais nesses campos, os dividem em quatro classes principais: Metais, Cerâmicos, Polímeros e Compósitos, considerando as características estruturais que possuem em comum, como as moléculas de cadeia longa entre os polímeros, ductilidade dos metais, fragilidade da cerâmica ou a mistura dos materiais nos compósitos. Essas características são responsáveis por apontarem as oportunidades e limitações apresentadas por cada material (Cidade; Perini; Palombini, 2022).

Posteriormente, Ashby (2012), defende a divisão desses materiais em famílias gerais, que ao invés de considerar apenas as suas estruturas, consideram a similaridades de suas propriedades, formas de processamento e até mesmo aplicações. Entretanto, visto a complexidade de separar os materiais entre suas classes, Lefteri (2014) sugere agrupamentos gerais como: “*grow*” (que corresponde a materiais naturais “crescidos”, oriundos de plantas e animais), “*oil-based*” (que se

refere a materiais à base de petróleo, como os polímeros) e “*mined*” (grupo dos minerados, como metais e cerâmicos).

Ainda segundo Lefteri (2014), a utilização dessas seções ocorre pela necessidade de evidenciar e otimizar a utilização desses materiais, pois, tendo em vista as mudanças ambientais, sociais e políticas, a disponibilidade destes pode ser afetada, seja pela escassez do petróleo como matéria-prima ou pela criação de novos materiais renováveis.

Tendo em vista seus agrupamentos, os materiais naturais também podem ser classificados de acordo com a sua origem. Palombi, Cidade e Mariath (2022) os dividem em dois grupos: materiais biológicos e materiais minerais.

- I. Materiais biológicos: são classificados através de suas propriedades e características e composição, correspondem a essa classe: as cerâmicas naturais (ossos, chifres, esmaltes, dentes, conchas e corais) polímeros naturais (cascos de cavalo, ligamentos, tendões, colágeno, seda, queratina etc.), elastômeros naturais (peles, veias, músculos e tecidos flácidos) e materiais celulares naturais (madeiras, bambu, espumas, bambu etc.) (Wegst e Ashby, 2004).
- II. Materiais minerais: correspondem aos materiais minerais ou que os possuam em sua composição, como as rochas (mármore, obsidiana, alabastro etc., tidas como rochas ornamentais) e gemas (safira, esmeralda, opala, jade etc.), além de meteoritos e ligas metálicas (Demouthe, 2006; Miller, 2016)

Considerando a divisão proposta entre materiais biológicos e minerais, esta pesquisa adota como recorte analítico o grupo dos materiais minerais, avaliando suas possibilidades de experimentação no campo do design.

2.1.1 Materiais de origem mineral no campo do design

Segundo Ashby e Johnson (2010), as épocas históricas testemunham a importância dos materiais para a formação social, pois, segundo eles, com razão as eras que marcam os períodos históricos foram nomeadas com seus nomes, como a Idade da Pedra, do Bronze, do Ferro, do Plástico e a atual era do Silício, material vital para a indústria tecnológica.

Analizando esses períodos históricos, percebe-se que os materiais de origem mineral foram a base para a formação social da humanidade, e mesmo diante dos inúmeros processos de modernização, como o descobrimento de novos materiais, continuam exercendo uma influência significativa sobre as necessidades humanas (Klein e Dutrow, 2012).

Ainda segundo Klein e Dutrow (2012), é impossível ignorar a importância desses materiais, uma vez que estão em toda parte – desde o chão em que se pisa, nos terrenos arenosos, nas cadeias montanhosas e até no creme dental, que por possuir abrasivos na sua constituição, viabiliza a higiene bucal.

Um mineral, segundo Diógenes (2018), é uma substância de origem natural, inorgânica e uniforme, com uma composição química bem definida e detentora de propriedades físicas específicas: clivagem, dureza, brilho, coloração, fratura, traço, densidade e hábito cristalino.

Por sua vez, os materiais de origem mineral, no caso das rochas, são definidos com base no agrupamento de um ou mais minerais em sua composição, e classificados através da sua formação natural, se dividindo em três grupos: rochas magmáticas, rochas sedimentares e rochas metamórficas (Piccoli, Rocha e Ghilardi, 2022).

Os autores assim descrevem cada categoria:

a) Rochas magmáticas: são formadas por ocasião do resfriamento do magma, podendo ocorrer na superfície da crosta terrestre ou no seu interior, originando as rochas ígneas extrusivas e ígneas intrusivas. Um exemplo deste grupo é o granito, considerado uma rocha ígnea intrusiva, pois sua formação ocorre através do lento esfriamento do magma, o que condiciona o tempo necessário para que os minerais se agrupem e cresçam, resultando na formação de uma rocha com granulação mais encorpada.

b) Rochas Sedimentares: resultado do intemperismo, correspondem ao produto do desgaste de outras rochas já existentes, que ao longo do tempo são depositados em camadas da superfície da Terra.

c) Rochas Metamórficas: são resultados do processo que as nomeiam, o metamorfismo, que consiste no aumento da pressão e da temperatura de uma rocha existente. Nesse processo, os átomos minerais são reorganizados, dando origem a uma nova rocha. Um exemplo deste grupo é o mármore.

Ao considerar a importância dos materiais de origem mineral, e as ricas informações disponibilizadas pelos estudos geológicos, discute-se sobre o uso dos materiais no design, percebendo-se a crucialidade do conhecimento acerca dos materiais de origem mineral também no campo, especificamente no processo de seleção de materiais para a criação de um produto.

Tendo em vista essa necessidade, Paixão-Barradas e Mazarelo (2013) descrevem a importância do uso desses materiais em projetos de design. Os autores ao afirmarem que os materiais possuem diferentes características, que refletem diretamente a região de onde são extraídos, questionam a capacidade do design como uma ferramenta de formação da cultura material contemporânea, afirmando que os designers ao utilizarem esses materiais em seus projetos, destacam e fortalecem a identidade, cultura, tradições e histórias do território de onde são encontrados.

O uso desses materiais pelo design permite não só a geração de valor e sentido, mas também de inovação, podendo permear diversos meios da área.

Isso é confirmado por Szczepaniak *et al.* (2019), que compreendeu a matéria mineral não somente como um elemento decorativo, mas como uma possível matriz de organização do projeto. O autor propõe que, as lógicas geométricas e visuais que constituem o material podem orientar na construção de sistemas gráficos e padrões de superfícies, inovando ao romper com estruturas convencionais ao atribuir novos significados e aplicações a gemas e rochas no contexto do design contemporâneo.

Atualmente, no entanto, principalmente na área do design e na arquitetura, o uso desses materiais é expressivamente aplicado à projetos relacionados a construção civil, como o revestimento interno e externo de casas, objetos de decoração, móveis, pisos, coberturas e fachadas (Silveira; Vidal; Sousa, 2014).

Em vista disso, o mercado de rochas ornamentais, material de origem mineral utilizado na maioria dos projetos supracitados, consolidou-se como um dos setores mais promissores dentro da indústria mineiro-industrial, tanto no cenário global quanto no nacional (Gonçalves, 2021).

2.2 Rochas ornamentais

Segundo a Norma Brasileira de Regulamentação (NBR) 15012:2013 da ABNT (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” (p. 1).

Entretanto, comercialmente, as rochas ornamentais são comumente classificadas como “mármore” ou “granitos”, porém, divergências conceituais podem ser observadas no uso desse termo. Isso é descrito por Vidal *et al.* (2005), que apontam o uso equivocado desses termos, que não são considerados corretos do ponto de vista geológico.

Ainda segundo os autores, é definido como mármore toda rocha carbonática de origem sedimentar, o dolomito e o calcário são exemplos. Outrossim, o granito é definido como qualquer rocha que não possui calcário na sua composição, que seja capaz de ser submetida ao processo de corte e polimento, e passível de ser usada como material de revestimento.

As rochas ornamentais são materiais de origem natural capazes de agregar valor, principalmente por conta das suas características estéticas, como os padrões de cores, os desenhos, a textura e a granulação (Coimbra Filho, 2006). Vidal *et al.* (2013) confirma essa colocação, afirmando que o aspecto estético é o principal responsável pela notoriedade das rochas ornamentais no meio comercial, chamando a atenção para os padrões de cores e texturas, que lhes conferem uma distinção especial entre as demais rochas.

Além disso, segundo Santos (2022), as características físicas, a composição química e as propriedades mecânicas também são aspectos importantes a serem considerados nesses materiais, uma vez que, ditam a resposta das rochas ornamentais a ações de intempéries, desgastes por abrasão e impacto com outros corpos. O autor ainda argumenta que, a caracterização tecnológica não costuma ser observada pelo mercado, provocando muitas vezes a aplicação de rochas ornamentais inadequadas para determinados projetos.

Alencar (2013) confirma, afirmando que o conhecimento sobre as informações físico-mecânicas das rochas ornamentais é indispensável para uma correta especificação de uso das mesmas.

2.2.1 Tipos de rochas ornamentais

O setor de rochas ornamentais dispõe de uma variedade de denominações mercadológicas para nomear os diferentes tipos de rochas ornamentais que são encontradas no mercado. Porém, Frascá (2013) explica que, frequentemente encontra-se no mercado diferentes tipos de rochas ornamentais, que mesmo sendo

distintas, possuem o mesmo nome, mas ao mesmo tempo, rochas ornamentais análogas com designações distintas.

Como descrito anteriormente, a nomenclatura popular a esse material é resumida a identificação como “mármore” e “granitos”. No entanto, essas classificações estão vinculadas a três grupos litológicos, como aponta Chiodi Filho (2018), que os descreve como: rochas silicáticas, rochas carbonáticas e rochas silicosas.

a) Rochas silicáticas: são rochas compostas por quartzo, feldspato, micas, anfibólios, piroxênios e olivina, considerados minerais silicáticos. Porém, alguns desses podem não constituir associações mineralógicas específicas. A rocha ornamental presente neste grupo é o granito (Chiodi Filho; Chiodi, 2009).

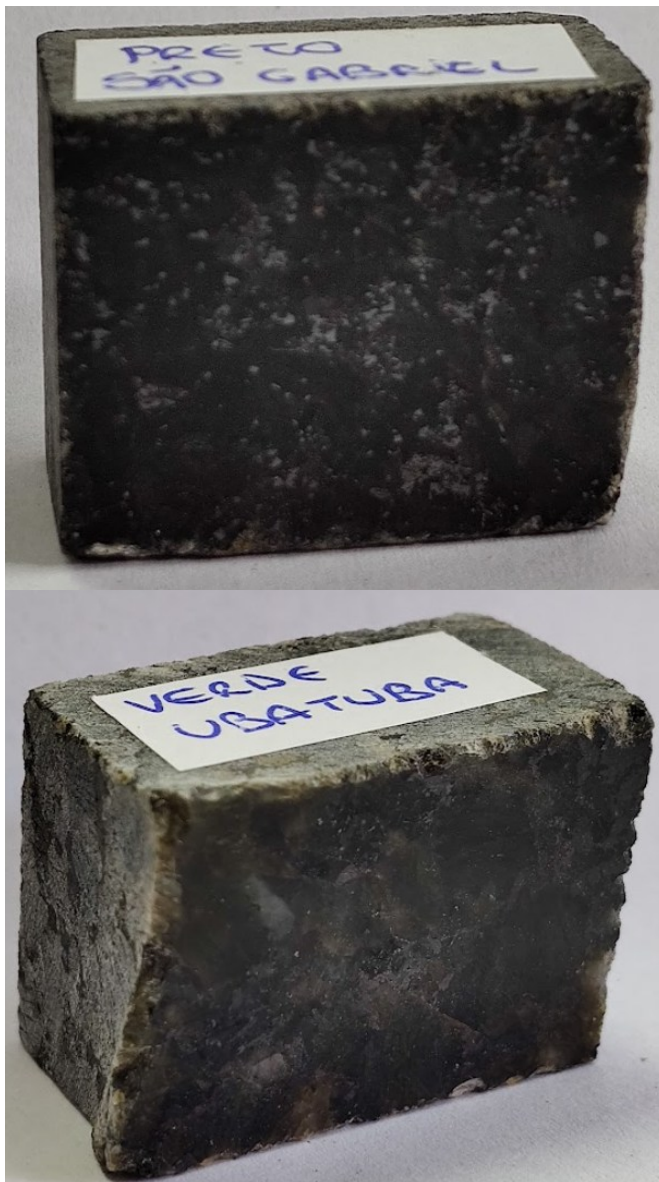
b) Rochas carbonáticas: são constituídas por calcários e dolomitos, considerados rochas de origem sedimentar, sua constituição também é feita por mármore, que atuam como correspondentes metamórficos. A calcita e a dolomita são predominantemente encontradas em sua composição, e a siderita, a ankerita e a magnesita, como minerais secundários. São exemplos deste grupo: o mármore, travertino, calcário (limestones), mármore ônix e alabastro (Sousa; Vidal, 2005; Chiodi Filho, 2018).

c) Rochas Silicosas: possuem o quartzo e/ou a sílica amorfa como principais constituintes e minerais silicáticos e/ou carbonáticos como secundários. As rochas ornamentais encontradas neste grupo são os quartzitos e metaconglomerados (Chiodi Filho; Chiodi, 2009).

São exemplos de rochas ornamentais, segundo Santos (2022): granitos, mármore, travenitos, calcários, quartzitos, metaconglomerados.

- Granitos: granito é o termo comercial usado na identificação de agrupamentos litológicos das rochas silicáticas, suas principais características são: apresentar granulares, compactação, presença ou ausência de uma estrutura orientada e formadas por minerais silicáticos e alguns minerais secundários (Chiodi Filho; Chiodi, 2019). São exemplos de rochas silíticas utilizadas em projetos ornamentais e em superfícies, conforme a Figura 1 têm-se: Charnockitos (Verde Ubatuba) e gabros (Preto São Gabriel).

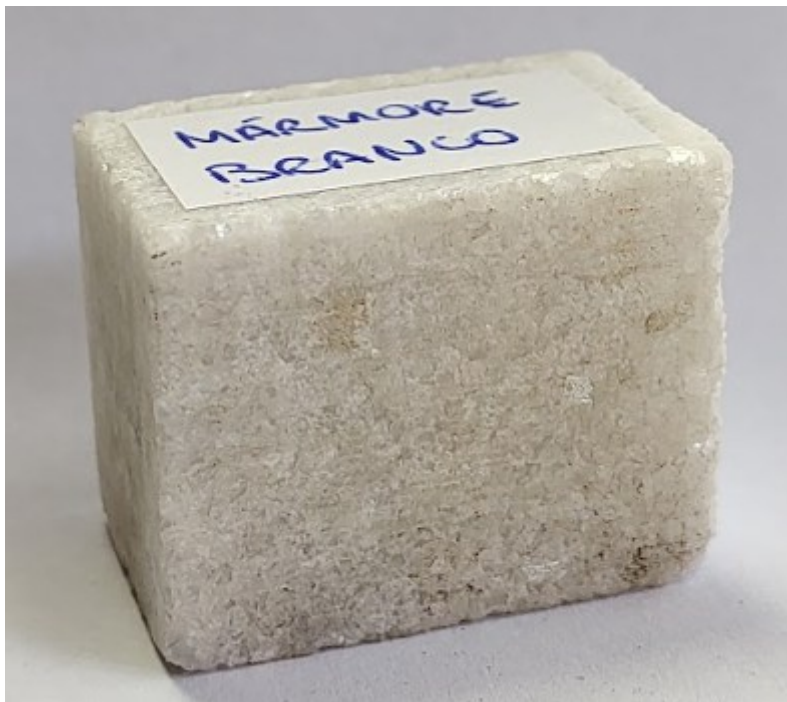
Figura 1 - Preto São Gabriel e Verde Ubatuba



Fonte: Autor (2024)

- Mármore: é o termo utilizado para nomear as rochas carbonáticas que possuem predominantemente calcita e/ou dolomita em sua formação. Segundo Chiodi Filho e Chiodi (2019), essas rochas ornamentais se destacam pelo seu brilho, que é adquirido após serem polidas e lustradas, e destacam que a aplicação de resina, por conta disso, é dispensável. A Figura 2 mostra o Mármore Branco como exemplo.

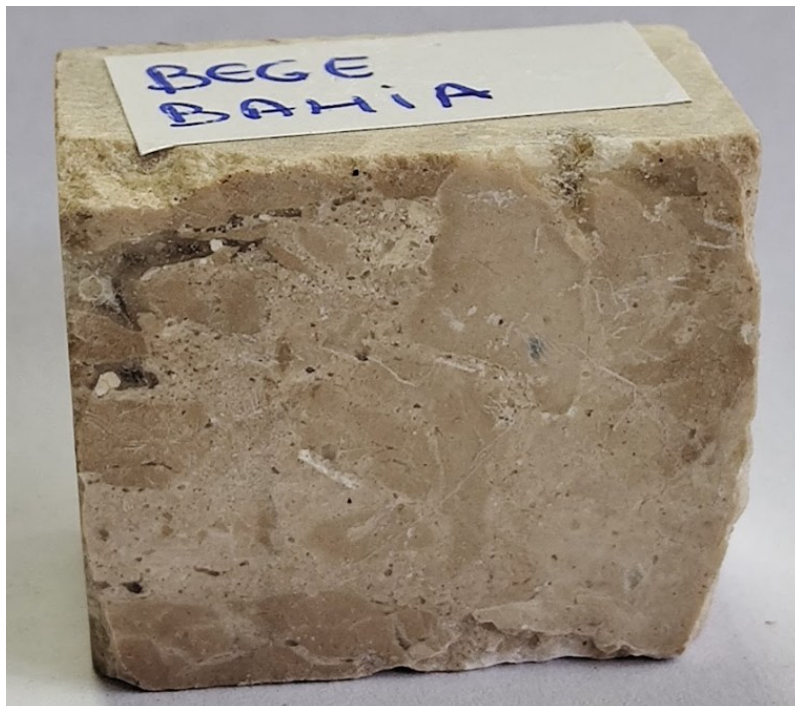
Figura 2 – Mármore Branco



Fonte: Autor (2024)

- Travenitos: de acordo com Chiodi Filho e Chiodi (2019), os traventinos são identificados geralmente por possuírem a cor bege como atributo estético e desenho irregular, ademais, cavidades podem ser observadas na sua estrutura, elas permitem a distinção do grupo de rochas como os mármore e os calcários, conhecidos amplamente no comércio.

Figura 3 - Bege Bahia



Fonte: Autor (2024)

- Calcários: entende-se por calcário, rochas originadas de sedimentos minerais que geralmente são formadas pela deposição química ou detrítica de calcita em ambientes marinhos. Impurezas como: minerais argilosos, quartzo, sílica amorfa, sulfetos e material orgânico e/ou grafitoso, são responsáveis por lhes conferir uma ampla variedade de cores. Diferente do mármore, sua superfície só desenvolve brilho com a aplicação de resina Chiodi Filho e Chiodi (2019). É exemplo desse grupo a Pedra Cariri Creme (Figura 4).

Figura 4 - Pedra Cariri Creme



Fonte: Stone-Ideas.com (2022)

- Quartzitos: a composição dos quartzitos é majoritariamente formada por grãos ou cristais de quartzo, podendo ser microcristalino, criptocristalino ou sílica amorfa. As cores são constituídas pelos minerais secundários da composição, que por vezes o assemelham as rochas carbonáticas. É importante ressaltar que os quartzitos são mais resistentes ao processo de abrasão e a reação de produtos químicos, isso o diferencia das rochas carbonáticas (Chiodi Filho e Chiodi, 2019). Um exemplo de quartzito ornamental é o Azul Macaúbas (Figura 5).

Figura 5 - Azul Macaúbas



Fonte: Argavel (2020)

- Metaconglomerados: rochas metamórficas, os metaconglomerados são considerados um conglomerado de uma rocha sedimentar. De acordo como Chiodi Filho e Chiodi (2019), os materiais dessa categoria que são explorados no Brasil como rochas ornamentais, pertencem ao tipo polimítico, ou seja, possuem seixos de dimensões múltiplas e são compostos por quartzitos, granitos, gnaisses etc. O Nero Marinace (Figura 6) é um exemplo.

Figura 6 - Nero Marinace



Fonte: Aktivgranite (2026)

2.2.2 O setor de rochas ornamentais no Brasil

A mineração está presente no cotidiano da sociedade, sendo de extrema importância para a vivência humana. No Brasil, esse setor possui uma representatividade expressiva no desenvolvimento financeiro e econômico, ocupando um lugar de destaque no cenário econômico nacional e contribuindo com uma parcela significativa na composição do Produto Interno Bruto (PIB). Além disso, geram

empregos e representam muito bem o país no cenário de exportações, dado a elevada comercialização de *commodities* (Cunha *et al.*, 2019).

Um dos destaques dessa atividade é a produção de rochas ornamentais. Pois, o país desempenha um papel importante na produção e comercialização do material. Em 2025, o Brasil produziu cerca de 1,59 milhões de toneladas de rochas ornamentais entre os meses de janeiro e setembro, uma variação positiva de respectivamente 19,4% no faturamento e 1,6% no volume exportado, posicionando o país como o quinto maior exportador de produtos de base mineral no mundo (ABIROCHAS, 2025).

Dados da Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais (ABIROCHAS) de 2021 apontam a existência de 18 agrupamentos de produção do setor de rochas ornamentais no Brasil, o número também contempla grupos que desempenham atividades de extração e beneficiamento de jazidas em dez estados e 80 municípios do país. Segundo a Associação, a região sudeste concentra a maior parte das atividades industriais do setor, isso ocorre por conta da relação estrita entre os polos de produção e o público consumidor regional.

Nesse sentido, o protagonismo de estados no cenário produtivo, como é o caso do Espírito Santo, se mantém instável desde os anos 2000, apesar da intensificação da exploração de jazidas de pegmatitos, granitos exóticos e quartzitos maciços na região norte de Minas Gerais, como também de pegmatitos, mármore e, sobretudo, quartzitos maciços no estado da Bahia. O nordeste brasileiro, e em especial os estados do Ceará e Rio Grande do Norte, mostram-se excepcionalmente promissores para produção de rochas exóticas, calcários maciços e mármore (ABIROCHAS, 2021).

Ainda segundo a ABIROCHAS (2021), os estados da região Norte, que integral ou parcialmente estão incluídos na Amazônia Legal, constituem os últimos territórios brasileiros ainda não explorados para fins de produção e beneficiamento de rochas ornamentais. A entidade ainda afirma que, não há como ignorar ou negligenciar a necessidade de aproveitamento dos resíduos ocasionados pela extração e beneficiamento de rochas ornamentais na região nordeste e sudeste, por conta dos consideráveis indicativos de produção e consumo.

2.2.3 Resíduos de rochas ornamentais

Tendo em vista os grandes números que marcam a expressiva produção e exportação, é importante ressaltar a contribuição desse processo para geração de

milhões de toneladas de resíduos provenientes das atividades de extração das rochas ornamentais (Lopes *et al.*, 2025).

Considerando esse fato, cabe destacar também os avanços no que tange a legislação, alcançados pela Lei Federal nº. 13.975/2020, que regulamenta o aproveitamento mineral de rochas ornamentais, como granito, mármore e ardósia (Brasil, 2020). O texto expõe a necessidade de regulamentação para o aproveitamento do material de origem mineral.

Pesquisas científicas também têm corroborado para um melhor entendimento desse resíduo e suas possibilidades de reaproveitamento e inovação, Baylão e Wander (2022) destacam em revisão de literatura sobre o assunto.

Como o de Ponce-Palafox *et al.* (2020), que desenvolveu um tijolo com o pó de mármore, o que lhe conferiu resistência suficiente à compressão, possibilitando o seu uso para a construção de paredes de alvenaria de edifícios baixos, com altura máxima de 3,5 metros, construídos em terrenos de baixa atividade sísmica, na província de Comarca Lagunera, no México. Essa região concentra o maior número de atividades de mineradoras do país e enfrenta diversos problemas ambientais derivados dessas atividades.

Souza *et al.* (2020) também se destaca pelo uso da lama do corte de granitos e mármore - gerados na região de Parnamirim, no Rio Grande do Norte, na fabricação agregados leves e porosos, fabricados com a adição de minerais argilosos, que são aplicados como isolante térmico e acústico em projetos decorativos e até paisagísticos.

Os estudos de Bacarji *et al.* (2013) também apontam possibilidades do uso da lama residual gerada pelo corte de mármore e granitos. Os autores, ao considerar a resistência mecânica, apontaram a possibilidade de uso do resíduo como uma alternativa sustentável ao uso de cimento na construção civil no Rio de Janeiro.

As análises feitas por Ribeiro *et al.* (2012) na região de Ourilândia e Jacobina na Bahia, provocam uma reflexão sobre a possibilidade de utilização da lama gerada pela extração do Mármore Bege Bahia, abundante na região. O estudo propõe a criação de compósitos com a adição de polipropileno, que possui alta resistência mecânica, para aplicação em projetos de mobiliário urbano e escolar.

Por fim, reitera-se a importância desses estudos para a difusão de um pensamento consciente sobre o ciclo de produção e beneficiamento de rochas ornamentais, a fim de que se promova cada vez mais ações que visem a

sustentabilidade no setor que priorizem não somente a produção, mas a mitigação dos impactos promovidos, principalmente pela geração de resíduos.

2.3 Design e Sustentabilidade

As reflexões atuais sobre a sustentabilidade discutem sobre como os modelos vigentes de produção e consumo, que se baseiam no crescimento contínuo e no uso de recursos naturais de forma intensiva, mostram-se incompatíveis com as limitações ambientais e sociais do planeta. Nesse contexto, Manzini (2008) afirma que a sustentabilidade não pode ser uma realidade alcançada por meio de ajustes pontuais ou melhorias incrementais, mas requerem transformações sólidas, definidas pelo autor como descontinuidades sistêmicas.

A sustentabilidade requer uma *descontinuidade sistêmica*: de uma sociedade que considera o crescimento contínuo de seus níveis de produção e consumo material como uma condição normal e salutar, devemos nos mover na direção de uma sociedade capaz de se desenvolver a partir da redução destes níveis, simultaneamente melhorando a qualidade de todo o ambiente social e físico. É difícil prever hoje como isto poderá acontecer. De qualquer forma, alguns pontos já estão suficientemente claros. (Manzini, 2008, p.19)

Com essa definição, reitera-se que a transição para a sustentabilidade implica na superação de uma lógica consumista que é centrada no consumo material, em direção a uma sociedade capaz de promover seu bem-estar com um uso minimizado de recursos, e que paralelamente, regenera a qualidade dos contextos sociais e ambientais.

Para isso, o autor defende a aprendizagem social em larga escala, buscando alcançar uma significativa mudança de valores e do próprio conceito de bem-estar. Nesse sentido, organizações colaborativas e o trabalho participativo, envolvendo designers, fabricantes, consumidores e beneficiários de forma geral se faz necessário.

A sustentabilidade exige uma ruptura estrutural nos sistemas sociais e tecnológicos que organizam a vida contemporânea. É necessário questionar os paradigmas econômicos, sociais e culturais que são responsáveis por sustentar os padrões vigentes de produção e consumo (Garcia e Franzato, 2023).

À medida que os sistemas são questionados, o design também passa a ser. Isso é confirmado por Papanek (1971), que percebendo a importância de considerar os impactos ocasionados pelo design, afirma que são poucos os ofícios

potencialmente perigosos como o design industrial. Pois, nesse contexto de produção em massa, o design molda não só produtos e o ambiente, ele molda também o comportamento humano.

Por isso, à medida que se é questionado o impacto do desenvolvimento e “progresso” produtivo, pode-se pensar também em outros meios para o alcance de uma configuração social, com modos de produção, mais equitativos e equilibrados para todos (Garcia e Franzato, 2023). Ou seja, atuar dentro da realidade capitalista, que atualmente é insuperável, propondo adaptações as abordagens de projeto que mitiguem problemas da produção industrial, dentro do possível.

Esses questionamentos têm direcionado o design a experimentar transformações exponenciais, até mesmo na compreensão do seu papel. Mesmo tendo sua origem no início da era de industrialização, o design é uma atividade comum ao ser humano, pois é característico dele planejar e entender padrões para alcançar um fim favorável e prospectável (Papanek, 1971).

Manzini (2017) classifica o design difuso - prática de design desenvolvida por pessoas sem formação acadêmica, através do senso crítico, criatividade e práticas - como uma tentativa de direcionar o campo do design para demandas mais eticamente positivas, comprometidas com a vida e a saúde do planeta. Não visando estritamente a eficiência dos processos de produção e a geração de lucro, pois isso não resolveria as crises sistêmicas, mas a projeção de realidades mais justas e prósperas para os ecossistemas da Terra.

Entretanto, Garcia e Franzato (2023) destacam que o designer não atua de forma isolada e muito menos possui controle absoluto sobre os impactos do seu trabalho, uma vez que, estão inseridos em sistemas de produção. Dessa forma, embora o design proponha alternativas mais responsáveis, a transformação efetiva das atividades de projeto depende substancialmente de mudanças nas configurações socioeconômicas.

Nesse sentido, observa-se o surgimento de propostas teóricas e práticas que buscam auxiliar nessa transição, como a produção de ecojoias, que embora não representem uma ruptura total com a prática econômica vigente, busca incorporar critérios sociais, culturais e ambientais ao projeto de produto.

2.7 Ecojoias

Tendo em vista a necessidade de repensar o sistema de produção de produtos pelo design, abordagens que promovem a reutilização de resíduos oriundos da construção civil em projetos de produto podem trazer contribuições positivas para a sociedade e o meio ambiente. Lacerda e Leitão (2011) apontam que o beneficiamento desses resíduos influencia diretamente na inserção de grupos socialmente vulneráveis na cadeia de produção, viabilizando a obtenção de emprego e renda, e em contrapartida, gera impactos positivos aos ecossistemas.

Para Santos (2017) e Lopes *et al.* (2025), a investigação e a compreensão sobre práticas sustentáveis no mercado de joias e adornos é uma questão relevante. Ao inovar, projetos de design podem contribuir para direcionar práticas que possibilitem o reaproveitamento de resíduos, diminuindo o desperdício de materiais e agregando valor social para as peças oriundas desse processo, o que categoriza a sustentabilidade social, ambiental e econômica desses artefatos.

Ao falar de valor, é interessante destacar que o mercado de joias, de forma geral, é marcado profundamente pelos atributos simbólicos que fundamentam o significado de cada peça. Essa percepção garantiu a esses objetos a capacidade de projetar o status social de quem os usava, geralmente pessoas ricas. Porém, propostas que subvertem essa percepção têm surgido nos últimos anos, abrindo espaço para práticas sustentáveis no segmento, tornando o apelo a sustentabilidade ambiental um ponto principal para a valorização dos adornos, consolidando assim o surgimento das ecojoias (Ferrari; Fonseca, 2018).

Falchero e Holland (2022), confirmam esse fenômeno ao apontarem as ecojoias como “novas formas de discurso estético” (pag. 04), uma vez que, provocam a necessidade de um consumo mais eficiente por parte da sociedade. Ainda segundo as autoras, as ecojoias não agredem o meio ambiente, uma vez que o seu processo de produção é marcado principalmente por um planejamento detalhado que permeia a escolha dos materiais até suas formas de descarte, sempre visando a minimização dos impactos ambientais.

A definição adotada por Cabral (2018) confirma o caráter sustentável das peças, indicando que esses produtos, além de serem confeccionados de forma artesanal, são constituídos por materiais recicláveis que possivelmente seriam descartados após o uso. A exemplo disso, destacam-se como matérias-primas para

as ecojoias: plásticos, latinhas de alumínio, câmara de pneus, retalhos têxteis, resíduos de materiais de construção civil dentre outros.

Nesse contexto, adota-se a prática dos 3 Rs da Sustentabilidade - uma ideia que motiva o uso consciente através do emprego dos verbos Reduzir, Reutilizar e Reciclar. Essa compreensão é primordial para a diminuição de resíduos e dos impactos que a fabricação de joias oriundas de metais nobres ocasiona. Os verbos observam a necessidade de reduzir o uso e a extração desses materiais, fomentar a reutilização dos mesmos e a incentivar a reciclagem dos resíduos que são gerados.

Comercialmente, as ecojoias tem ganhado cada vez mais espaço e visibilidade, fator atribuído aos meios digitais de comunicação, principalmente na plataforma de mídia social – *Instagram*, como descreve Ponsadilha e Victório (2023). Isso é confirmado pela presença que várias marcas como Pablita (Figura 7), Carol Barreto (Figura 8) e Aluminium Eco (Figura 9) na rede social, ajudando assim, a potencializar e difundir a importância da produção e uso desses produtos sustentáveis.

Figura 7 - Pablita



Fonte: Instagram (2025)

Figura 8 - Carol Barreto



Fonte: Instagram (2025)

Figura 9 - Eco Aluminium



Fonte: Instagram (2025)

3. MATERIAIS E METÓDO

Esse estudo caracteriza-se como uma pesquisa de natureza descritiva e exploratória, estruturada em seis etapas metodológicas: 1) Mapeamento das marmorarias de São Luís; 2) Coleta e análises das amostras; 3) Análises das possibilidades de uso do material; 4) Geração de alternativas de design para aplicação dos resíduos; 5) Desenvolvimento das ecojoias e 6) Apreciação do público.

3.1 Mapeamento das marmorarias

Nesta etapa inicial, realizou-se o levantamento das marmorarias localizadas no município de São Luís, com o objetivo de identificar e localizar os estabelecimentos que atuam com rochas ornamentais na capital maranhense. Após esse mapeamento, as empresas identificadas foram selecionadas e visitadas.

Com a finalidade de conhecer e compreender de maneira mais aprofundada os materiais e processos empregados por esse setor em escala local, adotou-se como técnica de pesquisa a realização de entrevistas com os proprietários das marmorarias. Esse procedimento possibilitou a compreensão de aspectos relevantes relacionados ao segmento, tais como: os tipos de rochas ornamentais utilizadas, o perfil do público consumidor, o volume de demandas produtivas, os artefatos fabricados e seus respectivos processos de produção, o maquinário empregado e as características dos resíduos gerados.

Figura 10 - Armazenamento dos resíduos nas marmorarias



Fonte: Autor (2026)

Essa fase também buscou-se investigar as práticas adotadas pelas empresas quanto ao armazenamento e à destinação final de resíduos sólidos provenientes de seus processos produtivos.

3.2 Coleta e análise de amostras

Durante a realização das entrevistas, os nomes populares das rochas ornamentais foram registrados. Em seguida, fragmentos dos resíduos armazenados nas marmorarias visitadas foram coletados e encaminhados para análise em laboratório.

Na primeira etapa das análises, pesquisas bibliográficas realizadas em fontes online, repositórios acadêmicos (CAPES, SciELO, e Google Acadêmico) e catálogos de rochas ornamentais orientaram o processo de identificação das amostras

coletadas. Essa investigação possibilitou a obtenção de informações relevantes como origem e composição dos materiais, valores de comercialização e principais aplicações no mercado. Ainda nesse momento, as amostras foram cortadas em dimensões padronizadas com o auxílio do cortador elétrico CORTAG Zapp 600 (Figura 11) e devidamente rotuladas para fim de identificação.

Figura 11 - Corte com o cortador elétrico CORTAG Zapp 600



Fonte: Autor (2024)

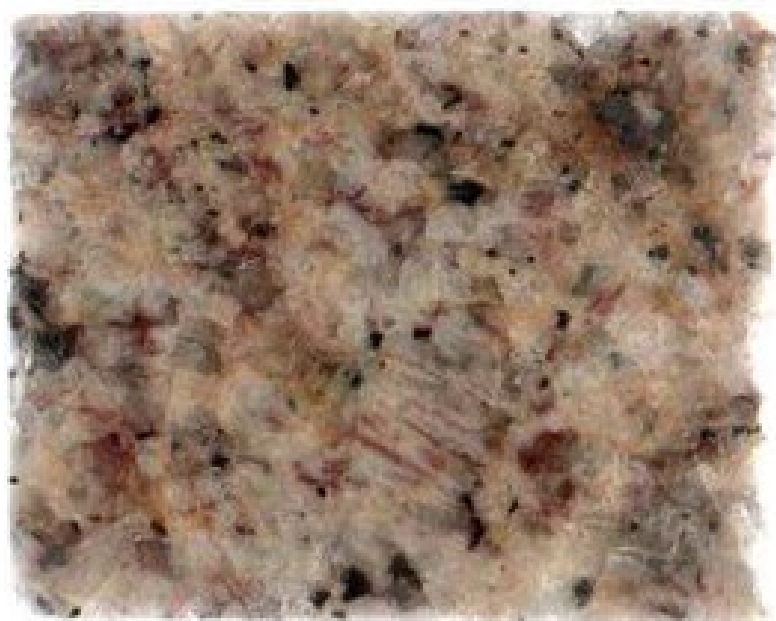
Na segunda etapa da análise, com os dados essenciais das amostras já definidos, iniciou-se o processo de catalogação. Para isso, adotou-se uma abordagem de catalogação descritiva, na qual foram organizadas informações físicas e composicionais dos materiais. Utilizaram-se ferramentas digitais, como *scanner*, o que permitiu o registro fotográfico detalhado das amostras coletadas (Figuras 12 e 13). Após a digitalização, essas imagens foram documentadas juntamente com as informações levantadas na literatura especializada.

Figura 12 – Imagem obtida por scanner (granito amarelo ornamental)



Fonte: Autor (2026)

Figura 13 - Imagem obtida por scanner (granito maracujá)



Fonte: Autor (2018)

3.3 Análise das possibilidades de utilização

Nesta fase, foram analisadas diferentes possibilidades de reaproveitamento dos resíduos coletados. Fundamentada nos princípios da metodologia *Material Driven Design* (Karana *et al.*, 2015), a geração das alternativas teve início a partir de experimentações prática com os resíduos de rochas ornamentais, buscando compreender suas propriedades físicas, limitações e potencialidades.

A partir dessas experimentações, critérios técnicos como resistência mecânica das amostras e viabilidade dos processos produtivos foram avaliados.

Paralelamente, foram consideradas reflexões relacionadas a atributos afetivos, sensoriais, performáticos e interpretativos, visando à construção de uma proposta conceitual positiva para os produtos, sem descaracterizar as particularidades do material. Dessa forma, estabeleceu-se uma relação de troca entre projeto de produto e os resíduos, na qual o design atua de maneira sensível e adaptativa, respeitando a natureza e as potencialidades intrínsecas do material (Karana *et al.*, 2015).

3.4 Geração de alternativas de design para o uso do material

Com base nos resultados obtidos nas etapas anteriores e com a colaboração dos alunos da disciplina de Projeto de Produto II, do curso de Design da Universidade Federal do Maranhão, foram concebidas soluções de design voltadas ao aproveitamento eficiente e sustentável dos resíduos. A proposta adotada concentrou-se no desenvolvimento de produtos inseridos no contexto da moda, valorizando a identidade singular dos produtos brasileiros em contraposição ao mercado internacional.

Como referência conceitual, foram definidos elementos característicos da cultura maranhense, associados às especificidades das rochas ornamentais brasileiras. Essa etapa resultou na escolha de um conjunto de acessórios – composto por brinco, colar, anel e pulseira ou bracelete, como produtos principais a serem desenvolvidos na fase seguinte.

A partir dessa definição, foram realizadas pesquisas em sites, redes sociais, blogs e entrevistas, além da utilização de ferramentas de criatividade, como moodboard (Figura 14), nuvem de palavras e mapa mental. Esses recursos contribuíram para consolidar o conceito visual adotado e fundamentaram a elaboração

dos desenhos conceituais dos produtos, que serviram como base para o desenvolvimento dos artefatos.

Figura 14 - Moodboard



Fonte: Autor (2026)

3.5 Desenvolvimento das ecojoias

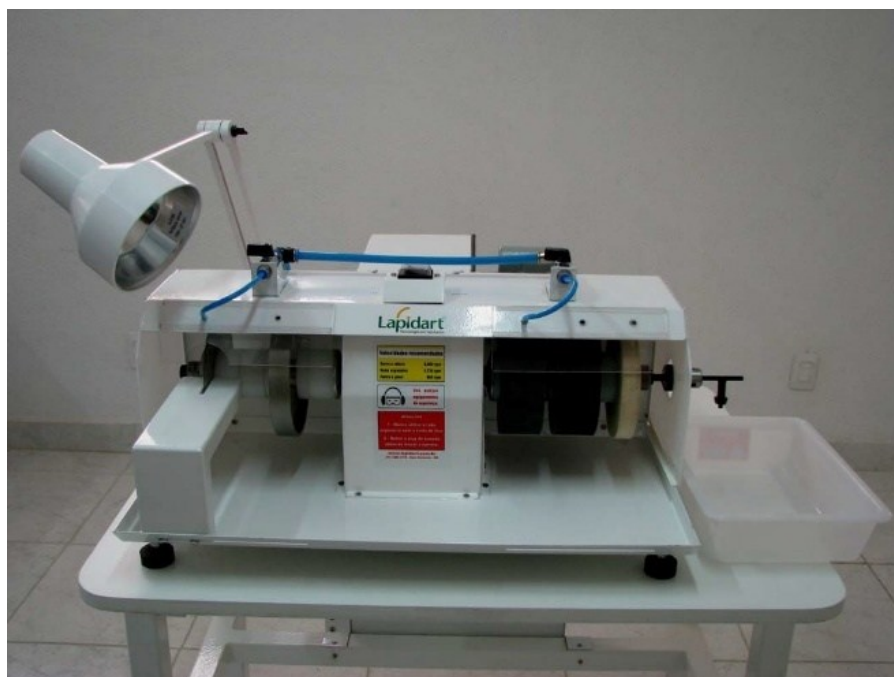
Nesta etapa, os desenhos conceituais foram analisados, debatidos e prototipados. Esses protótipos passaram por processos sucessivos de limpeza, corte, lixamento, polimento, colagem e, por fim, montagem das ecojoias.

Ao longo de todo o percurso projetual, após a análise dos resíduos de rochas ornamentais, constatou-se a viabilidade de trabalhar o material por meio das técnicas de lapidação e *Inlay*.

3.5.1 Lapidação

A técnica de lapidação consistiu no corte das amostras de rochas ornamentais, que, com o auxílio de uma lapidadora (Figura 15), foram submetidas a uma serra giratória operando a 2.000 RPM (rotações por minuto). O processo de corte foi conduzido de acordo com o desenho conceitual previamente definido para cada peça.

Figura 15 - Multimachine Lapidart®



Fonte: Lapidart, (2025)

Após o corte, as amostras foram desbastadas com o auxílio de um rebolo diamantado, visando à remoção de protuberâncias e irregularidades decorrentes do procedimento inicial (Figura 16). Em seguida, realizou-se o lixamento com discos de diferentes granulações, eliminando as ranhuras e preparando a superfície para o polimento. O polimento foi executado com lixas de granulação mais fina e ceras automotivas, responsáveis por intensificar o brilho e evidenciar os aspectos estéticos do material.

Figura 16 - Corte da amostra na lapidadora e uso do rebolo diamantado



Fonte: Autor (2024)

Por fim, as peças receberam diferentes tipos de acabamento e, quando necessário, forma combinadas com outros materiais, como fios, arames, fibras, sementes e tecidos, de modo a alcançar o resultado estético e funcional desejado para os produtos (Figura 17).

Figura 17 - Lixamento e acabamento das peças



Fonte: Autor (2024)

3.5.1 Técnica Inlay

De acordo com Silva e Clementino (2020), a técnica *Inlay* teve origem na prática persa de pigmentar superfícies por meio da incrustação de fragmentos de pedras descartadas. Amplamente utilizada na produção de joias, essa técnica emprega fragmentos de pedras preciosas associados a adesivos para incrustação em metais (Figura 18).

Figura 18 - Técnica Inlay



Fonte: Hugo Ateliê (2022)

No contexto desta pesquisa, a técnica foi adaptada para o desenvolvimento das ecojoias, utilizado pequenos fragmentos de rochas ornamentais misturados à resina de cura UV (Figura 19). Essa adaptação proporcionou maior praticidade ao processo produtivo e aprimorou o acabamento das peças, além de valorizar o brilho e as características visuais do material.

Figura 19 - Técnica Inlay adaptada à pesquisa



Fonte: Autor (2025)

O processo inicia-se com a seleção da amostra, que é submetida à trituração manual com o auxílio de um pilão. Os fragmentos resultantes são posteriormente inseridos em um agitador de peneiras eletromagnético, permitindo a análise granulométrica e a separação do material conforme os diferentes tamanhos de grãos obtidos (Figura 20).

Figura 20 - Trituração, agitação eletromagnética e separação dos fragmentos



Fonte: Autor (2024)

Após a classificação granulométrica, os fragmentos adequados ao design da peça são selecionados e dispostos em camadas intercaladas com resina. Finalizada essa etapa, a peça segue para o acabamento, no qual irregularidades indesejadas são removidas por meio do lixamento. Por fim, podem ser realizados furos e outras

intervenções necessárias para garantir a funcionalidade e a estética do produto, conforme ilustrado na Figura 21.

Figura 21 - Uso de molde, cabine de LED UV e peça obtida



Fonte: Autor (2024)

3.6 Apreciação do público

Concluída a etapa de desenvolvimento dos artefatos, os produtos foram submetidos a um teste de validação realizado durante a exposição organizada pela docente e pelos discentes da disciplina de Projeto de Produto II, do curso de Design da Universidade Federal do Maranhão, intitulada Natureza Lapidada (Figura 22). O público da exposição foi composto por alunos e funcionários do Centro de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão.

Figura 22 - Marca da Coleção Natureza Lapidada



Fonte: Autor (2024)

Nesse contexto, foram observados os comentários do público consumidor da coleção, com o objetivo de avaliar o nível de aceitação das ecojoias desenvolvidas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Catalogação das amostras

As entrevistas conduzidas durante as visitas técnicas foram realizadas em 03 (três) marmorarias localizadas no município de São Luís. Observou-se que, devido ao elevado volume de solicitações, o fluxo de trabalho desses estabelecimentos é predominantemente direcionado às demandas do setor de construção civil. Entre os materiais empregados, o granito destacou-se como rocha ornamental de maior utilização em todas as marmorarias analisadas.

Como resultado das coletas efetuadas ao longo das visitas técnicas, foram identificados 24 (vinte quatro) tipos distintos de rochas ornamentais, sendo 01 (uma) amostra classificada como mármore e 23 (vinte três) amostras correspondentes a granitos (Figura 23).

Figura 23 - Amostras identificadas



Fonte: Autor (2024)

Para cada material identificado, foram levantadas informações referentes à nomenclatura comercial, origem, composição, faixa de preço e aplicações mais

recorrentes, as quais foram organizadas, sistematizadas e apresentadas no quadro 01.

Quadro 1- Identificação das amostras coletadas em campo

Nome da Rocha	Origem	Composição Mineralógica	Preço Médio (R\$/m)	Aplicações Comuns
Amarelo Ornamental	Brasil (Espírito Santo e Bahia)	Quartzo, feldspato potássico (ortoclásio), biotita	R\$ 250-350	Bancadas, pisos, escadas
Azul Sintético Quartzo Azul Stellar	Industrial (quartzo artificial)	Quartzo com pigmentos azuis (titânio), resina	R\$ 800-1.200	Bancadas de cozinha e banheiro
Bege Bahia	Brasil (Bahia)	Calcita, dolomita, quartzo	R\$ 200-300	Revestimentos internos, pisos
Branco Algodão	Brasil (Espírito Santo)	Quartzo, feldspato (albita), mica	R\$ 250–350	Bancadas, pisos, escadas
Branco Dallas	Brasil (Espírito Santo)	Quartzo, feldspato, biotita	R\$ 250–350	Bancadas, pisos, escadas
Branco Fuji	Brasil	Quartzo, feldspato, mica	R\$ 250–350	Bancadas, pisos, escadas
Branco Itaúna	Brasil (Minas Gerais)	Quartzo, feldspato, biotita	R\$ 250–350	Bancadas, pisos, escadas
Branco Mesclado (sem denominação)	Brasil	Quartzo, feldspato, biotita	R\$ 250–350	Bancadas, pisos, escadas
Cinza Andorinha	Brasil	Quartzo, feldspato, biotita	R\$ 250–350	Bancadas, pisos, escadas
Cinza Corumbá	Brasil (Mato Grosso do Sul)	Quartzo, feldspato, biotita	R\$ 250–350	Bancadas, pisos, escadas
Cinza Itaúna	Brasil (Minas Gerais)	Quartzo, feldspato, biotita	R\$ 250–350	Bancadas, pisos, escadas

Cinza Novo Mundo	Brasil	Quartzo, feldspato, biotita	R\$ 250–350	Bancadas, pisos, escadas
Cinza Ocre	Brasil	Quartzo, feldspato, biotita	R\$ 250–350	Bancadas, pisos, escadas
Maracujá	Brasil (Espírito Santo)	Quartzo, feldspato, biotita	R\$ 250–350	Bancadas, pisos, escadas
Marrom Absoluto	Brasil	Quartzo, feldspato, biotita	R\$ 250–350	Bancadas, pisos, escadas
Marrom Café-Bahia	Brasil (Bahia)	Quartzo, feldspato, biotita	R\$ 250–350	Bancadas, pisos, escadas
Ocre Itabira	Brasil (Minas Gerais)	Quartzo, feldspato, biotita	R\$ 250–350	Bancadas, pisos, escadas
Preto Indiano	Índia	Quartzo, feldspato, hornblenda	R\$ 400–600	Bancadas, pisos, escadas
Preto São Gabriel	Brasil (Espírito Santo)	Quartzo, feldspato, biotita	R\$ 250–350	Bancadas, pisos, escadas
Preto Via-Láctea	Brasil	Quartzo, feldspato, biotita, veios de quartzo branco	R\$ 250–350	Bancadas, pisos, escadas
Rosa Iracema	Brasil	Quartzo, feldspato (microclina), biotita	R\$ 250–350	Bancadas, pisos, escadas
Verde Esmeralda	Brasil	Quartzo, feldspato, biotita, epidoto	R\$ 250–350	Bancadas, pisos, escadas
Verde Pérola	Brasil	Quartzo, feldspato, biotita, clorita	R\$ 250–350	Bancadas, pisos, escadas
Verde Ubatuba	Brasil (São Paulo)	Quartzo, feldspato, biotita, anfibólios	R\$ 250–350	Bancadas, pisos, escadas
Vermelho Brasília	Brasil (Distrito Federal)	Quartzo, feldspato, hematita	R\$ 250–350	Bancadas, pisos, escadas

Fonte: Autor (2025)

4.2 Coleção Natureza Lapidada

A partir da análise do material previamente identificado, foram constatadas diferentes possibilidades de aplicação e técnicas produtivas, as quais culminaram na confirmação da viabilidade de inserção desses resíduos no mercado por meio do desenvolvimento de uma coleção de ecojoias. As peças resultantes apresentam caráter sustentável, autenticidade e forte vínculo regional, evidenciando um design singular e inovador fundamentado no reaproveitamento de resíduos de rochas ornamentais provenientes das marmorarias.

A concepção das peças teve como base o regionalismo do território maranhense, explorado como eixo conceitual da coleção de ecojoias. Para isso, foram definidos temas que abordam elementos constitutivos da identidade cultural, natural e histórica do Maranhão, tais como: arquitetura, fauna, flora, religiosidade, blocos tradicionais, literatura e embarcações tradicionais.

Na etapa inicial de desenvolvimento dos artefatos, em que os temas da coleção começaram a ser estruturados, foram realizadas pesquisas bibliográficas e de campo que possibilitaram um aprofundamento sobre a cultura maranhense e seus aspectos particulares, anteriormente mencionados. Esse processo contribuiu para a identificação das características e singularidades que compõem a identidade desse território, ampliando o repertório criativo e o campo conceitual a ser explorado nos temas das peças.

A análise das informações coletadas resultou na elaboração de diversas nuvens de palavras (Figura 24), as quais auxiliaram na identificação de termos-chave, permitindo uma exploração mais precisa da personalidade e da essência de cada tema, além de orientar a seleção de referências visuais. Entre essas referências, destacou-se a atenção aos detalhes e à minuciosidade presentes nos elementos que caracterizam cada temática desenvolvida.

Figura 24 - Nuvem de palavras



Fonte: Autor (2024)

Na sequência, foram produzidos múltiplos desenhos conceituais com o objetivo de representar visualmente as configurações estéticas desejadas para cada artefato, considerando o tema adotado e suas particularidades. Esse processo buscou expressar a autenticidade e as especificidades de cada proposta, ampliando o número de ideias e alternativas para o desenvolvimento das ecojoias.

Após a seleção das propostas, cada tema foi desdobrado em um recorte específico, assumido como conceito central. A equipe responsável pelo tema “fauna” optou por representar a fauna presente no litoral maranhense, com ênfase nos manguezais, tomando como referência a imagem do caranguejo (Figura 25). A partir desse conceito, foi desenvolvida a coleção Tesouros do Manguê (Figura 26), composta pelo par de brincos Garras da Maré, o colar Guardião do Manguê, o anel Vigilante dos Mares e o bracelete Abraço das Ondas. Para a confecção das peças, foram utilizados os granitos Vermelho Brasília e Marrom Café Bahia, além de arames, aviamentos em metal dourado, sementes, entremeios da casca de coco e fio de algodão.

Figura 25 - Desenho conceitual



Fonte: Autor (2024)

Figura 26 - Peças da coleção "Tesouros do mangue"



Fonte: Autor (2024)

A equipe que trabalhou o tema da arquitetura maranhense desenvolveu a coleção Entrelaços (Figura 27), a qual evidencia o contraste e a harmonia entre a arquitetura colonial de São Luís e a arquitetura vernacular do Maranhão (Figura 28).

As peças combinaram mármore Branco e os granitos Bege Bahia, Preto Via-Láctea e Azul Sintético Quartzo Stellar, com sementes, miçangas, fio de algodão e arame metálico na tonalidade prata.

Figura 27 - Peças da coleção “Entrelaços”



Fonte: Autor (2024)

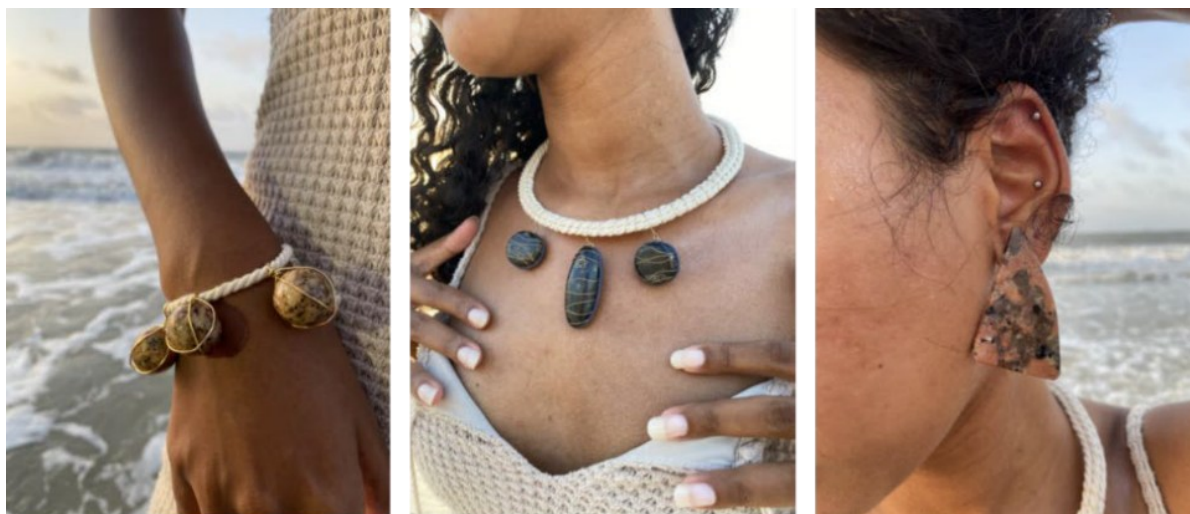
Figura 28 - Arquitetura colonial e arquitetura vernacular



Fonte: Autor (2024)

Para representar as embarcações tradicionais do Maranhão, os alunos optaram por traduzir a estética local por meio de elementos associados às embarcações, integrando signos da natureza, como ondas do mar e estrelas, às formas das boias e às tranças presentes em canoas, botes e veleiros. As peças desenvolvidas foram o Anel Bússola, o Brinco Talha Mar, o Bracelete Adriça, a Pulseira Preamar (Figura 29) e o Colar da Guia. Foram utilizados os granitos Vermelho Brasília, Cinza Ocre, Amarelo Maracujá e Verde Pérola, além de cordas de algodão bege, arame dourado, biscuit e cola.

Figura 29 - Peças da coleção "Maresia"



Fonte: Autor (2024)

Os alunos responsáveis pelo tema dos blocos tradicionais - manifestação festiva característica de São Luís, elegeram o grupo Os Foliões como referência. A proposta resultou em uma paleta de cores quentes, com o uso dos granitos Amarelo Maracujá e Vermelho Brasília, associados a fios de arame nas cores dourada e vermelha, além da semente conhecida como olho-de-cabra. Desse processo, originaram-se a pulseira Garra da Majestade, o anel Ovo Batuque, o par de brincos Contratempo e a gargantilha Olho do Samba, as peças tiveram como referência conceitual a figura do dragão, que é símbolo do grupo (Figura 30).

Figura 30 - Peças da coleção “Os foliões”



Fonte: Autor (2024)

A flora maranhense foi representada por meio do buriti (Figura 31), fruto da palmeira buriti, espécie emblemática da região. As peças desenvolvidas fazem referência às partes do fruto (semente, casca e polpa), às cores predominantes (vermelho, amarelo e branco) e à textura escamosa de sua casca. Para a confecção das ecojoias, foram utilizados os granitos Vermelho Brasília e Amarelo Ornamental, o mármore Branco, além de arames, componentes reutilizados em metal dourado e resina de cura UV. O conceito resultou na coleção Plano Buriti, composta pelas peças Anel Semente, Bracelete Mix Buriti, Brinco Polpa e Colar Escama (Figura 32).

Figura 31 - Buriti (*Mauritia flexuosa*)



Fonte: Autor (2024)

Figura 32 - Peças da coleção “Plano Buriti”



Fonte: Autor (2024)

A literatura maranhense foi abordada a partir do poema *Canção do Exílio*, de Gonçalves Dias, que serviu de inspiração para o desenvolvimento de uma coleção temática. As peças foram produzidas com mármore Branco e granito Vermelho Brasília, utilizando a técnica de *inlay* com auxílio de moldes confeccionados por meio de impressão 3D em positivo e geração de matriz negativa em borracha de silicone

(Figura 33). O processo resultou nas peças Brinco Palmeira Tropical (Figura 34), Colar Noite Estrelada e Anel Sucuúba.

Figura 33 - Moldes da “Coleção do Exílio” para a técnica inlay



Fonte: Autor (2024)

Figura 34 - Brinco “Palmeira Tropical”



Fonte: Autor (2024)

O tema da religiosidade maranhense foi desenvolvido a partir da umbanda, tomando como referência os orixás Ogum, Oxum e Xangô. As ecojoias produzidas utilizaram mármore Branco e os granitos Amarelo Maracujá, Vermelho Brasília e Azul Sintético Quartzo Stellar, além de aviamentos em metal, madeira, couro sintético e fio de algodão. Algumas peças, elaboradas por meio da técnica de *inlay*, incorporaram também resina de cura UV e plantas encapsuladas. Ao final do processo, foi apresentada a coleção Filhos de Aruanda, composta pelas peças Brinco Ora Yêyê Ô!, Bracelete Ora Yêyê Ô!, Colar Kaô Kabiesilê!, Anel Ògún Yé!, Colar Ògún Yé! e Brinco Ògún Yé! (Figura 35).

Figura 35 – Peças da Coleção “Filhos de Aruanda”



Fonte: Autor (2024)

Com a consolidação dos conceitos abordados em cada tema, tornou-se possível definir as técnicas produtivas mais adequadas para o desenvolvimento das peças da coleção, composta por uma pulseira ou bracelete, um par de brincos, um anel e um colar. As peças foram executadas por meio das técnicas de corte e/ou *inlay*. Durante o processo de produção, foi necessário realizar ajustes nos desenhos originais, em função das limitações técnicas e da complexidade de alguns projetos.

A aplicação das técnicas projetuais resultou em uma coleção composta por 24 artefatos, que posteriormente foram submetidos à apreciação do público durante a exposição Natureza Lapidada (Figura 36). Os retornos obtidos apresentaram

avaliação positiva por parte dos participantes, validando, assim, a possibilidade de inserção desses produtos no mercado.

Figura 36 - Exposição Natureza Lapidada



Fonte: Autor (2024)

6. CONCLUSÃO

Os impactos ambientais decorrentes da atividade mineradora e do descarte inadequado de resíduos de rochas ornamentais revelam-se preocupantes, evidenciando a necessidade de medidas imediatas voltadas à redução dos danos causados ao meio ambiente.

O presente estudo não apenas evidenciou a gravidade desse cenário, como também propôs uma alternativa viável fundamentada nos princípios do design sustentável. Por meio do desenvolvimento de ecojoias, foi possível identificar o potencial do design em ressignificar um passivo ambiental, convertendo-o em oportunidade. Além de apresentar soluções inovadoras para o reaproveitamento de materiais, o design mostrou-se capaz de atribuir valor cultural e social aos produtos desenvolvidos.

A partir de uma abordagem territorial, fortemente vinculada às expressões culturais do Maranhão, as ecojoias criadas ao longo do projeto refletem a identidade regional e se consolidam como uma proposta criativa e sustentável para o setor da

moda. Outrossim, o trabalho propõe metodologias adaptadas a realidade das marmorarias genuinamente maranhenses.

Itera-se que o estudo desenvolvido visou uma exploração viável e aplicável em pequena escala, estimulando a reflexão sobre a circularidade de materiais a partir do design.

Vale ressaltar que a utilização de técnicas como *inlay* e a de lapidação buscam valorizar materiais que seriam descartados, assim estendendo seu tempo de vida e agregando valor simbólico e estético.

O estudo também contribui para futuras reflexões acerca do potencial de geração de renda como resultante da iniciativa, que podem ser mais bem compreendidas e estruturadas em pesquisas posteriores, assim como para a valorização da cultura local, evidenciando o papel do design como agente de transformação, ao articular inovação, sustentabilidade e responsabilidade social.

Dessa forma, o estudo reafirma o design como uma ferramenta estratégica capaz de integrar estética, funcionalidade e compromisso ambiental, indicando caminhos possíveis para a construção de um futuro mais consciente e sustentável.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, C. R. A. **Manual de caracterização, aplicação, uso e manutenção das principais rochas comerciais no espírito santo**: rochas ornamentais. Cachoeiro de Itapemirim: IEL, 2013.
- ASHBY, M. F.; JOHNSON, K. **Materials and design**: the art and science of material selection in product design. Amsterdam: Butterworth-Heinemann, 2010.
- ASHBY, MF. **Seleção de Materiais em Projetos Mecânicos**. Oxford: Pergamon Press, 1992.
- ASHBY, MF; JOHNSON, K. **Materiais e design**: arte e ciência na seleção de materiais em projeto de produto. Rio de Janeiro: CAMPUS, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ROCHAS ORNAMENTAIS. **EXPORTAÇÕES E IMPORTAÇÕES BRASILEIRAS DE ROCHAS ORNAMENTAIS NO 1º QUADRIMESTRE DE 2025**. 2025. Disponível em: https://abirochas.com.br/wp-content/uploads/2025/05/Informe-05_2025-Exportacoes-do-primeiro-quadrimestre.pdf. Acesso em: 09 jan. 2026.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ROCHAS ORNAMENTAIS. **PRODUÇÃO BRASILEIRA DE LAVRA**. 2021. Disponível em: <https://abirochas.com.br/wp-content/uploads/2022/01/Producao-Brasileira-Lavra-2021.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2026.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15012: Rochas para revestimentos de edificações**. Rio de Janeiro, 2013. Acesso em: 09 jan. 2026.
- BACARJI, E.; TOLEDO FILHO, R. D.; KOENDERS, E. A. B.; FIGUEIREDO, E. P.; LOPES, J. L. M. P. *Sustainability perspective of marble and granite residues as concrete fillers*. **Construction and Building Materials**, v. 45, p. 1–10, 2013. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2013.03.032. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061813002389>. Acesso em: 10 jan. 2026.
- BAYLÃO, Maria Carolina Campos; WANDER, Alcido Elenor. Setor de produção de rochas ornamentais: uma revisão sistemática da literatura. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 11, n. 14, p. e316111436278, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i14.36278. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/36278>. Acesso em: 10 jan. 2026.

BAYSAL, Emma L. **Personal ornaments in prehistory**: an exploration of body augmentation from the Palaeolithic to the Early Bronze Age. Oxford: Oxbow Books, 2019.

BRASIL. Lei nº 13.975, de 07 de janeiro de 2020. Altera a Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978, para incluir a exploração de rochas ornamentais e de revestimento e de carbonatos de cálcio e de magnésio no regime de licenciamento ou de autorização e concessão. **Diário Oficial da União**: Seção 1, p. 2, 08 jan. 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l13975.htm.

Acesso em: 12 jan. 2026.

CABRAL, Ângela Menezes. **Ecojoia com conceito “faça você mesmo”**. 2018, 126f. Monografia (graduação), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2018.

CARVALHO, António Faustino. Produção cerâmica no início do Neolítico em Portugal: dados recentes sobre o 6º e 5º milénios a.C. **SAGVNTVM. Papers from the Valencia Archeology Laboratory**, [S. l.], v. 51, p. 9–22, 2019. DOI: 10.7203/SAGVNTVM.51.12934. Disponível em: <https://turia.uv.es/index.php/saguntum/article/view/12934>. Acesso em: 08 de janeiro de 2026.

CHIODI FILHO, C.; CHIODI, D. K. **As rochas ornamentais de revestimentos**. Brasília: ABIROCHAS, 2019. Disponível em: <https://cms.academiadasrochas.com.br/wp-content/uploads/2019/05/5cdd4164ce7d7.pdf>. Acesso em: 09 jan. 2026.

CHIODI FILHO, C.; CHIODI, D. K. **Relatório Técnico 33**: Perfil das rochas ornamentais e de revestimentos. [S.l.], 2009. Disponível em: https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/geologia-mineracao-e-transformacao-mineral/relatorios-de-apoio-ao-pnm-2030-projeto-estal-1/a-mineracao-brasileira/documentos/p23_rt33_perfil_de_rochas_ornamentais_e_de_revestimento.pdf/view. Acesso em: 08 jan. 2026.

CHIODI FILHO, C.; CHIODI, D. K. O setor de rochas ornamentais no Brasil. In: VIDAL, W. F. H., AZEVEDO, H. C. A. e CASTRO, N. F. (Org.). **Tecnologia de rochas ornamentais: pesquisa, lavra e beneficiamento**. Rio de Janeiro: CETEM (Centro de Tecnologia Mineral) e MCTI (Ministério da Ciência,

Tecnologia e Inovação), 2014. p. 495-526. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/1739>. Acesso em: 09. jan. 2026.

CHIODI FILHO, Cid. **Tipologia das Rochas Ornamentais**. ABIROCHAS, 2018. Disponível em: https://abirochas.com.br/wpcontent/uploads/2022/01/Tipologia_das_Rochas_Ornamentais.pdf. Acesso em: 09 jan. 2026.

CIDADE, MK; PALOMBINI, FL. **Design de joias**: proposta de metodologia para ensino secundário ao mercado joalheiro. Design e Tecnologia, v. 12, n. 24, p. 57–72, 7 de setembro de 2022. DOI: <https://doi.org/10.23972/det2022iss24pp57-72>. Acesso em: 09 jan. 2026.

COIMBRA FILHO, Clébio Goulart. **Relação entre processo de corte e qualidade de superfícies serradas de granitos ornamentais**. Dissertação (Mestrado) — Universidade de São Paulo, 2006. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18132/tde-07122006-082849/publico/Dissertacao_Clebio.pdf. Acesso em: 09 jan. 2026.

CUNHA, A. M. B. M. *et al.* **Aspectos econômicos e sociais da atividade extrativa mineral**: um olhar sobre os objetivos de desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro: CETEM: MCTIC, 2019.

DEMOUTHE, Jean Frances. Natural Materials: Sources, Properties. Oxford: Architectural Press, 2006.

DIÓGENES, Lara Marques. **Relações entre propriedades de agregados minerais com base nas características do processo de britagem e da rocha de origem**. 2018. 145 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

FALCHERO, Mariana Perina; DE OLIVEIRA HOLLAND, Marcia Cristina Gonçalves. **ECOJOIAS: CAMINHOS PARA O DESIGN DA JOIA CONTEMPORÂNEA**. 2022.

FERRARI, Dalva Olivia Azambuja; AUGUSTO FONTECA, Glaucia. **Joyas**: desafíos sostenibles del diseño. *In*: Congreso Internacional y XV Congreso Nacional de Profesores de Expresión Gráfica en Ingeniería, Arquitectura y Carreras Afines, 7., 2018, La Plata. **Anais [...]** La Plata: Facultad de Arquitectura y Urbanismo UNLP. p. 248-254. [s.l.], 2018. ISBN 978-987-688-307-8. Disponível em: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/130202>. Acesso em: 02 jan. 2026.

FRASCA, Maria Heloísa Barros de Oliveira. Tipos de rochas ornamentais e características tecnológicas. In: **Tecnologia de rochas ornamentais: pesquisa, lavra e beneficiamento**. CETEM/MCTI, 2013. cap. 2, p. 43–98. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/1960>. Acesso em: 07 jan. 2026.

GARCIA, Natali Abreu; FRANZATO, Carlo. Towards a regeneration of design: development of design in relation to socioenvironmental issues. 2023. In: **Anais SDS 2023 – IX Simpósio de Design Sustentável**. Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/253009>. Acesso em: 09 jan. 2026.

GONÇALVES, Isabella Mendes. **Sustentabilidade no gerenciamento de efluentes e resíduos do setor de rochas ornamentais: Estudo de caso do setor de marmorarias**. 2021. 11 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Juiz de Fora.

GONÇALVES, Isabella Mendes. **Sustentabilidade no gerenciamento de efluentes e resíduos do setor de rochas ornamentais: Estudo de caso do setor de marmorarias**. 2021. 11 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Juiz de Fora.

KARANA, E.; BARATI, B.; ROGNOLI, V.; ZEEUW, A. **Material Driven Design (MDD): A Method to design for material experiences**. *International Journal of Design*, v.9 n.92, p.35-54, 2015.

KLASCHKA, Úrsula. **Naturally toxic**: natural substances used in personal care products. *Environmental Sciences Europe*, v. 27, n.1, pág. 2-12, 14 jan. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12302-014-0033-2>.

KLEIN, Cornelis; DUTROW, Barbara. **Manual de Ciência dos Minerais**, 23ª ed. Bookman, 2012.

LACERDA, M. S.; LEITÃO, F. O. DESAFIOS E OPORTUNIDADES DA ECONOMIA CIRCULAR: O CASO DOS RESÍDUOS DO COCO VERDE. **Informe GEPEC**, [S. l.], v. 25, n. 2, p. 164– 181, 2021. DOI: 10.48075/igepec.v25i2.26824. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/gepec/article/view/26824>. Acesso em: 10 jan. 2026.

LEFTERI, Chris. **Materials for Design**. Londres: Laurence King Publishing, 2014.

LICZBINSKI, Cátia Rejane Mainardi. **Meio ambiente e consumo sustentável:** o papel do Código de Defesa do Consumidor na concretização da cidadania. Edição atualizada. Curitiba: Appris, 2021.

LOPES, Kírio Alexandre da Silva *et al.* NATUREZA LAPIDADA: ECOJOIAS A PARTIR DE RESÍDUOS DE ROCHAS ORNAMENTAIS. In: **Anais** do X Simpósio de Design Sustentável + Sustainable Design Symposium. São Luís: UFMA, 2025. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/xsds2025/1146583-NATUREZA-LAPIDADA--ECOJOIAS-A-PARTIR-DE-RESIDUOS-DE-ROCHAS-ORNAMENTAIS>. Acesso em: 09 jan. 2026.

MANZINI, Ezio. **Design para a Inovação Social e Sustentabilidade:** comunidades criativas, organizações colaborativas e novas redes projetuais. Rio de Janeiro: E-papers, 2008.

MANZINI, Ezio. **Design quando todos fazem design:** Uma introdução ao design para a inovação social. Coordenação de tradução Luzia Araújo. São Leopoldo: Ed. UNISINOS, 2017.

MILLER, Judith. **Jewel:** a celebration of Earth's treasures. Londres: Dorling Kindersley Ltd., 2016.

NADUR, Angela Vido. O design de gemas através dos enfoques: Mineralogia, Tribologia e Design. 2014. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44144/tde-23022015-073929/>. Acesso em: 09 jan. 2026.

NAVARRO, R. F. (2006). A Evolução dos Materiais. Parte1: da Pré-história ao Início da Era Moderna. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v.1, n.1, p. 01-11, jun. 2006. Disponível em: <https://remap.revistas.ufcg.edu.br/index.php/remap/article/view/6>. Acesso em: 09 jan. 2026.

NETO, Roberto Marques. Recursos minerais I: apostila didática. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2014 Disponível em: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/56175680/Recursos-Minerais-I-apostila-libre.pdf>. Acesso em: 09 jan. 2026.

NEVES DE SOUZA, Gustavo. Em Busca do Invisível: o material lítico como vetor de visibilidade para o material perecível. **Revista de Arqueologia**, [S. l.], v. 34, n. 3, p. 211–232, 2021. DOI: 10.24885/sab.v34i3.937. Disponível em:

<https://revista.sabnet.org/ojs/index.php/sab/article/view/937>. Acesso em: 9 jan. 2026.

PAIXÃO-BARRADAS, Susana; HERNANDIS, Bernabé; MAZARELO, Karla. A capacidade de diálogo entre a pedra natural e o ser humano para o design de produtos que aportem sensação de bem-estar: identificação de variáveis. In: **Anais** do Information Design: International Conference, 2014, Recife: Blucher Design, 2014.

PALOMBINI, F. L.; CIDADE, M. K.; MARIATH, J. E. DE A. Materiais Naturais: Padrões Microscópicos Como Fonte de Inspiração em Projetos de Design. **Revista Educação Gráfica**, v. 26, p. 347–363, 2022. Disponível em: <https://www.educacaografica.inf.br/artigos/materiais-naturais-padroes-microscopicos-como-fonte-de-inspiracao-em-projetos-de-design-natural-materials-microscopical-patterns-as-source-of-inspiration-in-design-projects>. Acesso: Acesso em: 08 jan. 2026.

PAPANEK, Victor. **Design for the real world**: human ecology and social change. New York: Pantheon Book, 1971.

PATTON, WJ. **Materiais na Indústria**. 1ª ed. Nova Jersey: Prentice-Hall, 1968.

PELEGRIN, Jacques. A Tecnologia lítica à francesa. **Revista de Arqueologia**, [S. l.], v. 33, n. 1, p. 221–243, 2020. DOI: 10.24885/sab.v33i1.687. Disponível em: <https://revista.sabnet.org/ojs/index.php/sab/article/view/687>. Acesso em: 08 jan. 2026.

PICCOLI, A. D.; ROCHA, J. C. R.; GHILARDI, R. P. Desvendando as rochas e os minerais. **Aprendendo Ciência**, Assis, SP, v.11, n.1, p. 22-26, 2022. Disponível em: <https://seer.assis.unesp.br/index.php/aprendendociencia/article/view/2176>. Acesso em: 10 jan. 2026.

PONCE-PALAFIX, C.; CARRILLO, J.; LÓPEZ-MONTELONGO, A. Fabricación de ladrillos con polvo-residuo de mármol en México Propiedades físicas y mecánicas del polvo-residuo de mármol de la provincia de la Comarca Lagunera, en México. **Revista de Arquitectura**, Bogotá, v.22, n.2, p.106-113, 2020.

PONSADILHA, Priscila França de Almeida; VICTÓRIO, Cristiane Pimentel. Compartilhamento digital de técnica *upcycling* - uma abordagem no *Instagram* para ressignificação de resíduos em ecojoias. **Meio Ambiente (Brasil)**, v. 5, n.

3, 2023. DOI: 10.5281/zenodo.10433127. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10433127>. Acesso em: 10 jan. 2026.

RIBEIRO, R.; VIDAL, F. W. H.; ARRUDA, C. M. R.; OLIVEIRA, M. G. APROVEITAMENTO DO RESÍDUO DO MÁRMORE BEGE BAHIA NO SETOR POLIMÉRICO. **HOLOS**, [S. l.], v. 6, p. 162–168, 2013. DOI: 10.15628/holos.2012.1103. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/1103>. Acesso em: 8 jan. 2026.

SANTOS, Francisco Wylhan Pereira dos. **Análise das principais rochas ornamentais produzidas no estado do Ceará de acordo com o potencial de mercado e características geológicas**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Minas) - Campus de Crateús, Universidade Federal do Ceará, Crateús, 2022. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/69896>. Acesso em: 04 jan. 2026.

SANTOS, Rita. **Jóias: fundamento, processos e técnicas**. São Paulo: Editora Senac. São Paulo, 2017.

SILVA, Aryuska Aryelle Santos Sousa da; CLEMENTINO, Thamyres Oliveira. Design de jóias: ações disruptivas voltadas à sustentabilidade no Brasil contemporâneo. **Plural Design**, Joinville, SC, v. 6, n. 1, p. 67–80, 2023. DOI: 10.21726/plv6i1.2152. Disponível em: <https://periodicos.univille.br/PL/article/view/2152>. Acesso em: 09 jan. 2026.

SILVEIRA, L. L. L.; VIDAL, F. W. H.; SOUZA, J. C. Beneficiamento de rochas ornamentais. In: **Tecnologia de rochas ornamentais: pesquisa, lavra e beneficiamento**. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2014. Cap. 7, p. 329-398. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/1736>. Acesso em: 05 jan. 2026.

SOUZA, N. S. L. D.; ANJOS, M. A. S. D.; SÁ, M. D. V. V. A. D.; FARIAS, E. C. D.; MELLO, L. C. D. A. Desenvolvimento de agregados leves a partir de resíduo de corte de pedras ornamentais (granitos e mármore) e argila. **Matéria**, Rio de Janeiro, v.25, n.1, 2020.

SZCZEPANIAK, F. F.; DANCKWARDT, F.; DUARTE, L. C.; ROLDO, L. DESENVOLVIMENTO DE GRIDS BIOINSPIRADOS APLICADOS AO DESIGN DE GEMAS E ROCHAS. **Memória Gráfica**, Bauru, SP, v.23, n.01, p. 248 – 268, 2019. Disponível em:

<https://www.educacaoografica.inf.br/artigos/desenvolvimento-de-grids-bioinspirados-aplicados-ao-design-de-gemas-e-rochas-development-of-bioinspired-grids-applied-to-the-design-of-gems-and-rocks>. Acesso em: 07 jan. 2026.

VIDAL, F. W. H., AZEVEDO, H. C. A., CASTRO, N. F. **Tecnologia de rochas ornamentais**: pesquisa, lavra e beneficiamento. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2013.

VIDAL, F. W. H.; SALES, F. A. C. B.; SOUSA, J. F. d.; MATTOS, I. C. Rochas ornamentais e de revestimento. **Rochas e minerais industriais do estado do Ceará**. Fortaleza: CETEM/UECE/DNPM/FUNCAP/SENAI. cap. 5, p. 25-48, 2005. Disponível em: <https://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/495/1/livro-rochas-minerais-ceara.pdf>. Acesso em: 09 jan. 2026.