

ESTUDO E CARACTERIZAÇÃO DE MATERIAIS CERÂMICOS DE ORIGEM NATURAL PARA APLICAÇÃO NO DESIGN DE JÓIAS UTILIZANDO A TEXTURIZAÇÃO A LASER COMO DIFERENCIAL DE INOVAÇÃO

T.R. Elesbão, L.A. Carús, A.C. Tabarelli, R.P. Vieira, A.S. Takimi
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Departamento de Materiais
Av. Osvaldo Aranha, 99 sala 705C - Porto Alegre-RS, Brasil 90035-190
taianeelesbao@hotmail.com

RESUMO

O desenvolvimento tecnológico tem sido o maior responsável pelas mudanças no mercado de jóias. Buscando contribuir para o desenvolvimento de novos produtos, este estudo analisou a técnica de texturização a laser com objetivo de agregar valor comercial e estético à madrepérola, material utilizado no ramo joalheiro. A metodologia utilizada foi dividida em: caracterização físico-química da madrepérola e do resíduo resultante da texturização a laser e análise da interação do laser com a superfície da madrepérola. Foram utilizadas métodos de caracterização como Espectroscopia por Infravermelho, Difração por raios-X, Análise termogravimétrica e Microscopia eletrônica de Varredura. Os resultados indicam que o material estudado é composto majoritariamente pela fase cristalina aragonita, diferente do resíduo resultante do processo de texturização. Embora esse processo remova parte do material gemológico o efeito water, característico da madrepérola é mantido, mostrando que a tecnologia aliada à pesquisa e ao design pode proporcionar a valorização desse material.

Palavras chave: Madrepérola, Texturização a Laser, Design, Caracterização

INTRODUÇÃO

O setor joalheiro tem demonstrado um grande interesse na aquisição de novas tecnologias. A importação de maquinários, o desenvolvimento de equipamentos automatizados e o processamento de materiais alternativos têm sido utilizados como diferencial de inovação. No entanto, tão importante quanto a tecnologia, o material e o design contribuem para o crescimento estratégico do setor joalheiro ⁽¹⁾.

Na literatura contemporânea, é comum confrontarmos com múltiplos conceitos atribuídos ao tema design. A palavra design é traduzida de forma habitual como desenho, significando toda e qualquer interferência na realidade por meio de técnicas e composição do produto, cujo o objetivo consiste em oferecer forma e função ao objeto, dentro de uma determinada concepção estética. Desse modo, o conceito de design compreende a concretização de uma idéia em forma de projetos ou modelos, resultando em um produto industrial passível de produção em série. ^(2,3)

A produção de jóias no mundo nem sempre foi realizada a partir das técnicas de design. No entanto, atualmente esse estudo pode contribuir para a qualidade e o aprimoramento de sua produção final, por meio do desenvolvimento da tecnologia, exploração correta de materiais, melhor acabamento e maior precisão com intuito de agregar valor e criar identidade visual a um produto diferenciado e inovador. ⁽²⁾

No setor joalheiro, houve aprimoramento dos produtos por meio de diferentes tecnologias. A texturização e/ou gravação a laser apresenta significativas vantagens quando comparada aos métodos convencionais como estampagem, usinagem e gravação em relevo ⁽⁴⁾, pois esse método utiliza como ferramenta um feixe de luz e apresenta vantagens relacionadas a velocidade de operação e precisão.

Esta pesquisa, é parte de um estudo sobre a aplicação da técnica de texturização a laser, em vista da grande aplicabilidade desse sistema de gravação com o intuito de agregar valor comercial e estético a madrepérola (material utilizado em joalheria), buscando a melhor compreensão a cerca das alterações químicas e físicas que o material sofre durante o processo.

A madrepérola, também conhecida como nácar, é um material de origem natural proveniente do revestimento da concha de moluscos perlíferos. Estruturalmente, o revestimento da madrepérola contém aproximadamente 95% em peso de carbonato de cálcio na forma de partículas lamelares de aragonita, separadas por uma fina camada (30nm de espessura) de um material orgânico (5% em peso), conforme ilustra a Figura 1. ^(6,7,8)

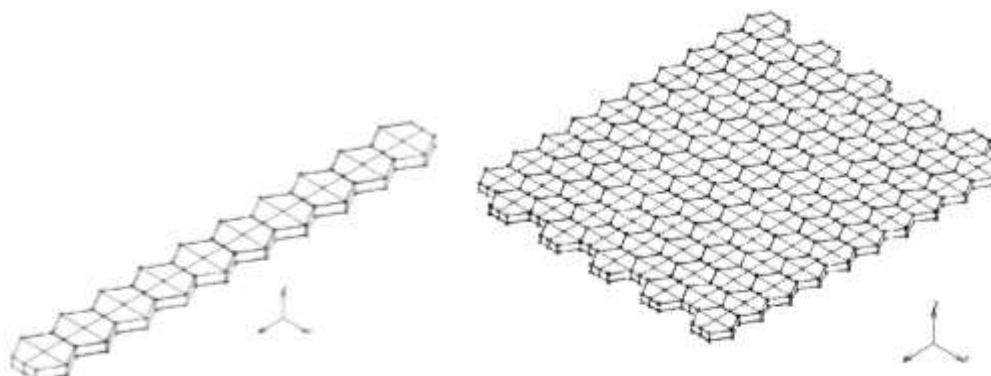


Figura 1- Desenho esquemático das camadas de aragonita. ⁽⁷⁾

A aragonita em sua forma pura é um material duro e frágil, porém ligada aos componentes orgânicos torna-se altamente resistente, pois sua estrutura laminada eleva a resistência e a tenacidade à fratura do nácar.⁽⁷⁾

Na joalheria, algumas das madrepérolas apresentam o chamado efeito water que corresponde ao brilho resultante da passagem da luz através das suas camadas. Basicamente esse material difere-se das pérolas pela proporção de seus componentes e a forma de cristalização.⁽⁸⁾

Embora as jóias brasileiras apresentem atualmente melhorias na qualidade, aprimoramento (arte e técnica) do produto por meio da tecnologia, materiais e acabamento, ainda explora a possibilidade de chegar a um resultado diferenciado com qualidade e estética, tendo em vista um mercado crescente e preocupado com a prosperidade da indústria.

MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras de madrepérola foram submetidas ao processo de texturização por laser infravermelho de CO₂ (Automatisa Sistemas ®, modelo Mira potência de 60 W) com intuito de analisar o material antes e após o processo de texturização. Neste trabalho, a interação entre o laser e o material estudado promoveu a formação de um resíduo na forma de pó, sendo este resíduo caracterizado posteriormente por Espectroscopia de Infravermelho FT-IR empregando o modo de refletância difusa atenuada (Perkin-Elmer Spectrum 100) para a determinação de alterações químicas na madrepérola, difração de raios-X (Phillips X'pert MPD) para a determinação qualitativa das fases cristalinas antes e após o processo de texturização e, análise termogravimétrica (Mettler-Toledo SDTA851e) para avaliar o comportamento do

material quando aquecido. Na sequência, as amostras texturizadas foram analisadas por microscopia eletrônica de varredura (Hitachi®, modelo TM 3000), com intuito de visualizar a morfologia da superfície do material após texturização.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A microscopia eletrônica de varredura apresenta a morfologia da superfície de uma amostra de madrepérola que não sofreu texturização a laser (Figura 2). A superfície não-texturizada da madrepérola apresenta baixíssima rugosidade e uma morfologia uniforme por toda a extensão da amostra.

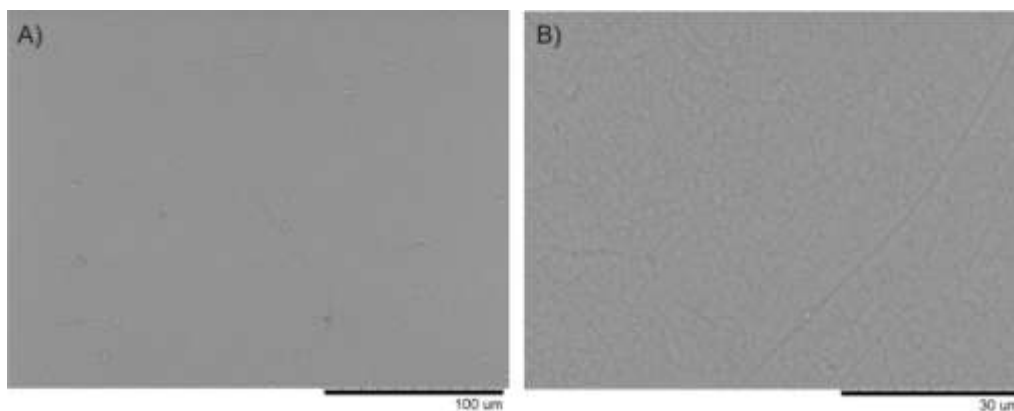


Figura 2 – Amostra de Madrepérola (A), detalhe da imagem (B).
Imagem eletrônica obtida ao MEV da madrepérola antes da texturização.

A Figura 3 apresenta a superfície irregular de uma madrepérola texturizada a laser. Neste processo, a incidência do feixe de laser produziu regiões em baixo relevo na superfície da amostra, onde o material foi removido, e a superfície destas regiões apresenta-se com um aspecto lamelar, devido a natureza estrutural da madrepérola, que é composta por lamelas de aragonita intercaladas por uma substância orgânica. ^(9,10)

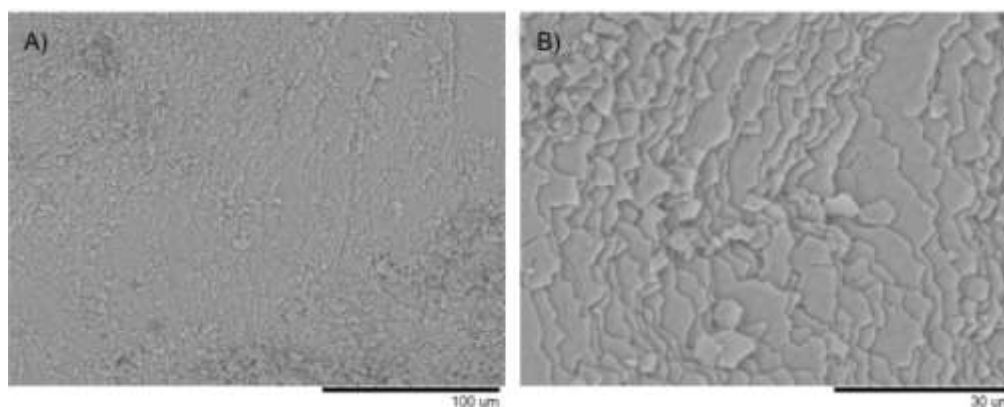


Figura 3 - Amostra de Madrepérola (A), detalhe da imagem (B).
Imagem eletrônica obtida ao MEV da madrepérola texturizada.

A irradiação do laser na superfície da aragonita (Figura 3) provocou o aquecimento abrupto do material em um volume limitado em torno da região de incidência, causando uma expansão térmica abrupta e localizada. As tensões térmicas oriundas deste processo provocam a ejeção de material a partir da superfície, mecanismo este denominado clivagem térmica

A análise por difração de raios X (Figura 4) confirmou que a madrepérola utilizada neste estudo é composta majoritariamente pela fase cristalina aragonita (ICDD 41-1475). Entretanto, o material removido através da texturização a laser apresenta uma composição de fases diferente daquela do material original, formado por uma mistura de aragonita e calcita (ICDD 05-0586).

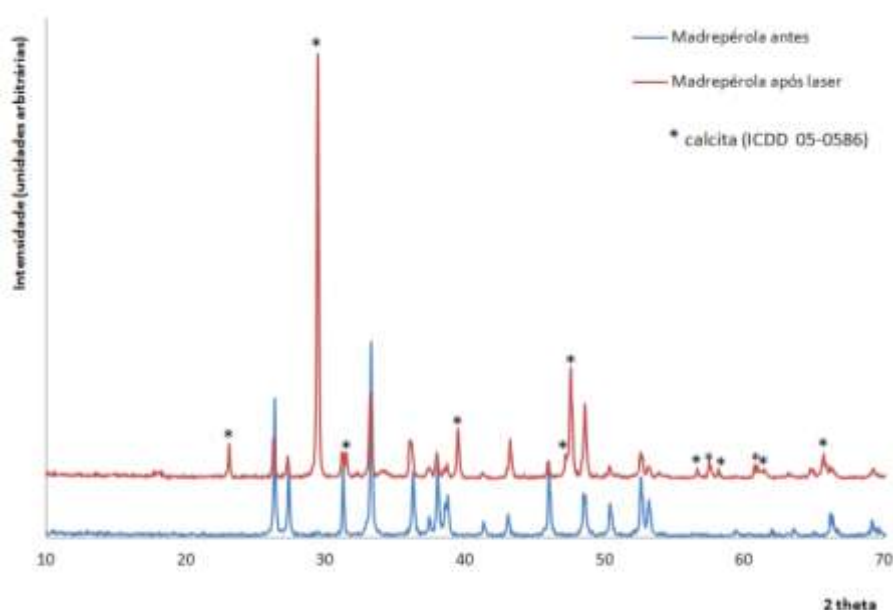


Figura 4 - Difratoograma do pó de madrepérola antes e após texturização.

A formação da calcita é atribuída ao aquecimento da aragonita pelo feixe de laser durante o processo de texturização, já que a aragonita se transforma em calcita acima de 380-400°C.⁽¹¹⁾ Devido ao curto período de tempo em que o material é aquecido, não ocorreu a transformação total da aragonita em calcita, o que seria esperado caso o material fosse aquecido lentamente.⁽¹²⁾

Os espectros obtidos pela análise de FT-IR (Figura 5) mostram as bandas características dos íons carbonato nos comprimentos de onda de 712 cm⁻¹, 872 cm⁻¹, 1083cm⁻¹, 1411cm⁻¹ e 1446 cm⁻¹. A banda registrada em 1800 cm⁻¹ indica a estrutura de aragonita, também podendo ser atribuída aos grupos C=O.⁽¹³⁾

As bandas características registradas no espectro da madrepérola original nos comprimentos de onda 1075 cm⁻¹, 2903cm⁻¹ e 2991cm⁻¹ refrem-se aos componentes orgânicos e podem indicar os modos de alongamento do C-H.⁽¹⁴⁾

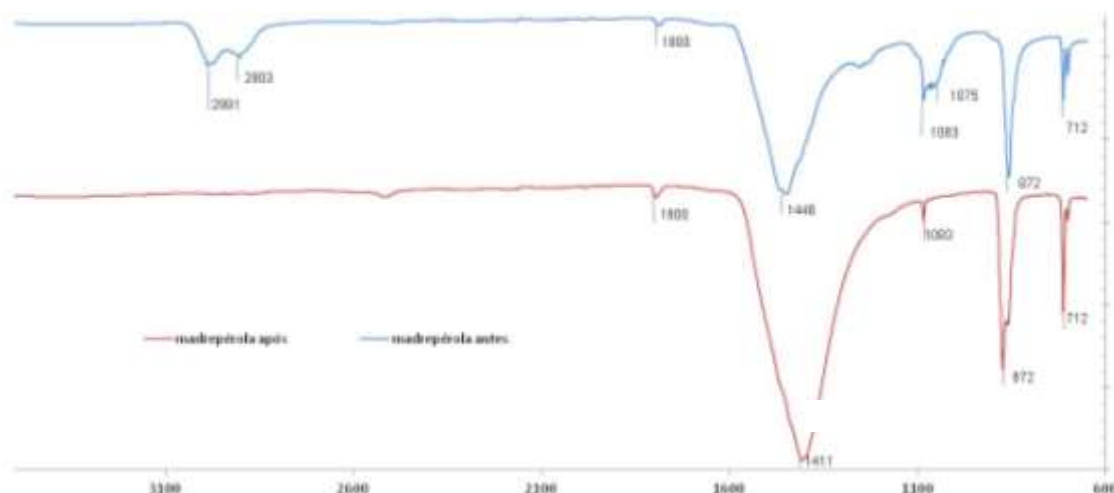


Figura 5 - Espectro de FT-IR do pó de madrepérola antes e após texturização a laser.

As diferenças observadas nos espectros da Figura 5 podem estar relacionadas a presença da fase calcita no material removido. Observa-se que o espectro referente à madrepérola após texturização apresenta aumento na intensidade da banda em 712cm⁻¹, deslocamento para a direita da banda de maior intensidade registrada a 1411cm⁻¹, e ausência de bandas características de componentes orgânicos. Estas alterações no espectro de infravermelho do material removido pela ação do laser são condizentes com a presença da fase calcita⁽¹⁵⁾ e estão de acordo com a formação da fase calcita determinada pela análise por difração de raios X.

As curvas obtidas pela análise termogravimétrica (Figura 6) exibem a mesma tendência para a madrepérola antes e após a texturização a laser. No entanto, existe

uma pequena diferença em relação à perda de massa por temperatura. Esta mudança pode ser atribuída à diferença de tamanho de partículas entre o material removido pelo laser e a madrepérola original, já que o primeiro possui granulometria mais fina e conseqüentemente uma maior área superficial ⁽¹³⁾.

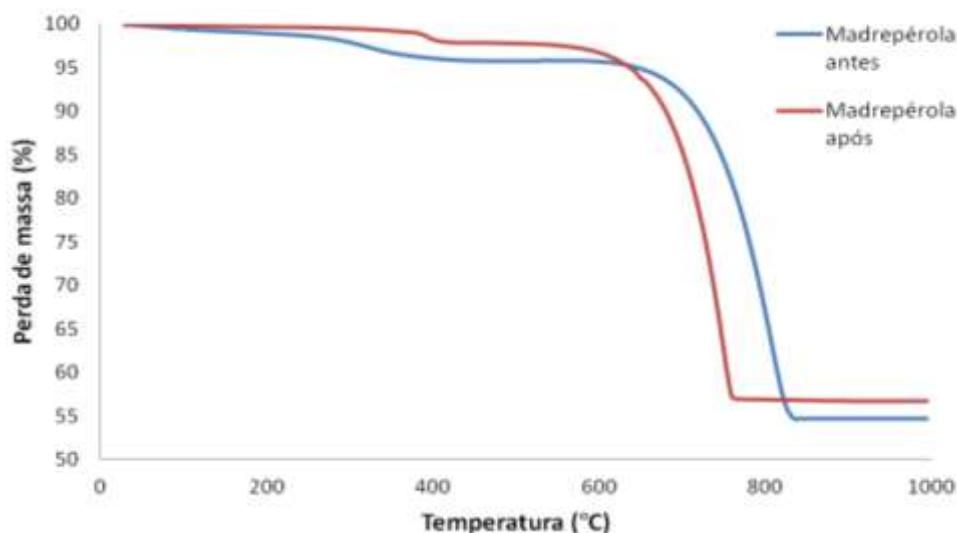


Figura 6 - Análise termogravimétrica de amostras antes e após a texturização a laser.

Os resultados estéticos obtidos pelo processo de texturização a laser podem ser vistos na Figura 7. Observa-se que este processo provoca a texturização em baixo relevo na superfície do material, permitindo a gravação de imagens com formas complexas. Embora este processo remova parte do material da madrepérola original, o efeito water característico da madrepérola é mantido mesmo nas regiões texturizadas ⁽¹⁶⁾.



Figura 7- Texturização a laser sobre a madrepérola.

As características estéticas observadas na Figura 7 mostram que o uso da texturização a laser pode proporcionar a valorização dos materiais utilizados no ramo joalheiro. Os resultados estéticos são de grande interesse na ótica do design de jóias, pois demonstram que a inovação tecnologia aliada a pesquisa pode contribuir para a o desenvolvimento de produtos diferenciados e/ou personalizados.

As condições necessárias para que ocorram as corretas aplicações dessa técnica na indústria joalheira, em vista a apresentar resultados significativos, compreendem aspectos que envolvem a inovação, custo e tempo de pesquisa, tanto do ponto de vista tecnológico quando da produção. Esses e outros aspectos visam formar profissionais e indústrias competitivas com o mercado nacional e internacional de gemas e joias.

Cabe ressaltar, que a inovação quando relacionada com um produto, pode ocorrer por meio do aperfeiçoamento ou melhoria de aspectos funcionais, estéticos e ergonômicos e, quando relacionado à processos, tende a aquisição de máquinas e equipamentos que proporcionem mudanças no processo técnico de fabricação do produto, novos conceitos e formas de apresentação no mercado como a logística de distribuição e marketing. ⁽¹⁷⁾

Atualmente, no campo do design de jóias percebe-se uma aceleração dos processos de produção através das novas tecnologias. Além disso, tem-se apresentado técnicas que proporcionam experimentações estéticas e funcionais. Desse modo, a texturização a laser mostra-se uma alternativa rápida para a criação de novos produtos.

CONCLUSÕES

O processo de texturização a laser sobre a madrepérola resultou na remoção de parte do material gemológico na forma de pó. O resíduo da texturização apresenta diferenças físico-químicas da madrepérola original, entre elas, destacam-se a ausência de matéria orgânica e formação da calcita atribuída ao aquecimento da aragonita pelo feixe de laser durante o processamento.

Na microestrutura a texturização a laser causou clivagem térmica no material, mas não afetou os aspectos estéticos da madrepérola que manteve o efeito water. Quanto ao efeito da texturização sobre a superfície da madreperola criou um baixo relevo que possibilitou a gravação da imagem.

Porém, para que ocorram resultados significativos em relação ao processo de texturização a laser, é importante que a indústria joalheira compreenda os aspectos que envolvem a inovação como o custo e tempo de pesquisa tanto do ponto de vista tecnológico quando da produção.

Desse modo, acredita-se que design juntamente com a pesquisa e a inovação tecnológica pode agregar valor comercial e estético a diferentes materiais utilizados no ramo joalheiro.

REFERÊNCIAS

1. MACHADO, R. Lapidando a imagem da jóia brasileira. São Paulo: Revista Sebrae. Disponível em: <http://www.biblioteca.sebrae.com.br/>. Acesso em: 22/ mar/ 2012.
2. LISBOA, M.G.P. Design de joias [do projeto ao produto] – Santa Maria, RS: Centro Universitário Franciscano, 2011.
3. LÖBACK, B. Design industrial. Sao Paulo: Edgard Blücher, 2007.
4. HECHT, J; TERESI, D. Laser: Light of a Million Uses. New York: ed. Dover. 1998.
5. Katti, D. R.; Katti, k. S. Modeling microarchitecture and mechanical behavior of nacre using 3D finite element techniques. Journal of materials science v. 36, p. 1411–1417, 2001.
6. FENG, Q.L.; CUI, F. Z.; PU, G.; WANG, R.Z.; LI, H.D. Crystal orientation, toughening mechanisms and a mimic of nacre. Materials Science and Engineering: C, v.11/1, p. 19-25, 2000.
7. DINESH R.K; KALPANA S. K. Modeling microarchitecture and mechanical behavior of nacre using 3D finite element techniques. Journal of materials science, v.36, p. 1411– 1417, 2001.
8. SCHUMANN, W. Gemas do Mundo. Editora Disal. 2006.
9. CHEN, M. F.; HSIAO, W. T.; HUANG, W. L.; HU, C. W.; CHEN, Y.P. Laser coding on the egg shell using pulsed-laser marking system. Journal of Materials Processing Technology, v. 209/2, p. 737–744, 2009.
10. UEDA, T.; YAMADA, K.; OISO, K.; HOSOKAWA, A. Thermal Stress Cleaving of Brittle Materials by Laser Beam. CIRP Annals – Manufacturing Technology, v. 51/1, p. 149-152, 2002.
11. SAYOKO, Y; KITANO, Y. Transformation of aragonite to calcite through heating Geochemical Journal, v.19, p.245 - 249, 1985.

12. PARKER, J. E; THOMPSON, S. P; LENNIE, A. R.; POTTER, J.; TANG C. C. A study of the aragonite-calcite transformation using Raman spectroscopy, synchrotron powder diffraction and scanning electron microscopy. Disponível em: www.rsc.org/crystengcomm | CrystEngComm. Acesso em: 06/ abr/2012
13. LEE, J-T; KEENER, T. C.; KNODERER; KHANG, M., S-J. Thermal decomposition of limestone in a large scale thermogravimetric analyzer. *Thermochimica Acta*, v. 213, p. 223-240, 1993.
14. BALMAIN, J.; HANNOYER, B; LOPEZ, E. Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) and X-Ray Diffraction Analyses of Mineral and Organic Matrix During Heating of Mother of Pearl (Nacre) from the Shell of the Journal of Biomedical Materials, v.48, p.749–754, 1999.
15. DOWNS R T. The RRUFF Project: an integrated study of the chemistry, crystallography, Raman and infrared spectroscopy of minerals. Program and Abstracts of the 19th General Meeting of the International Mineralogical Association in Kobe, Japan. Disponível em: <http://rruff.info/> .Acesso em: 06/ abr/2012
16. ELESBÃO, T.R; CARÚS, L.A; ROSSI, W. S; TAKIMI, A.S; DUARTE, L. C. Análise de similares utilizados como material gemológico em adornos corporais e a interação com a técnica de gravação a laser: madrepérola e escama de peixe. In: 2º Seminário de Gemologia e Design de gemas e jóias, 2011.
17. SIQUEIRA CAMPOS, M.A.; Magalhães, C.F. A Inovação como Estratégia no Design de Jóias. In: 9º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, 2010. Anais · P&D.

STUDY AND CHARACTERIZATION OF CERAMIC MATERIALS FROM NATURAL ORIGIN FOR APPLICATION IN JEWELLERY DESIGN USING LASER TEXTURING AS INNOVATION

ABSTRACT

Technological development has been largely responsible for changes in the jewelry market. Seeking to contribute to the development of new products, this study analyzed the technique of laser texturing, aiming to add commercial and aesthetic values to the mother of pearl, material used in the jewelry field. The methodology was divided into physico-chemical characterization of the mother-of-pearl and of the resulting residue of laser texturing and analysis of the interaction of laser with the surface of the mother-of-pearl. The characterizations carried out were: Infrared spectroscopy, X-ray Diffraction, thermogravimetric analysis and scanning electron microscopy. Results indicate that the studied material is composed mainly by the

aragonite crystal phase, different from that resulting residue from texturing process. Although the process remove some of the gem material, the effect water characteristic of the mother-of-pearl is maintained, suggesting that technology combined with research and design can INCREASE the value of this material.

Keywords: Mother-of-pearl, Laser Texturing, Design, Characterization