

Microtomografia computadorizada distingue pérolas naturais das cultivadas com núcleo e sem núcleo

Artigo publicado na revista Gems & Gemology (edição Verão/2010).

Por: Michael S. Krzemnicki, Sebastian D. Friess,
Pascal Chalus, Henry A. Hänni e Stefanos Karampelas.

Tradução: Méri Isabel Bonotto Brusa

A distinção entre pérolas naturais e pérolas cultivadas, tradicionalmente, tem sido feita através de Raio X. O uso da microtomografia para observação da estrutura interna da pérola é recente. Este artigo apresenta os aspectos observados, usando esta nova técnica, em uma amostra selecionada de pérolas naturais e pérolas cultivadas com núcleo e sem núcleo. Baseado nestas observações, a microtomografia se mostrou uma poderosa ferramenta para a identificação de pérolas.

Pérolas cultivadas de água doce.



PÉROLAS

Nos últimos anos, temos visto um aumento do interesse por pérolas naturais, especialmente no mercado joalheiro. Um número considerável de pérolas naturais históricas foi vendido em leilões realizados em Nova York, Genebra, Hong Kong e Dubai. Entretanto, o suprimento de novas pérolas naturais é muito pequeno e restrito a poucos locais, principalmente no Oriente Médio e no Sudeste da Ásia. Conseqüentemente, muitas das pérolas naturais no mercado hoje em dia, são provenientes de estoques antigos e de coleções históricas que foram sendo acumulados através dos anos. Pérolas cultivadas são muito mais abundantes no mercado atual do que as naturais. Na sua grande maioria, são pérolas chinesas cultivadas de água doce provenientes da espécie *Hyriopsis* spp e pérolas cultivadas de água salgada provenientes de vários moluscos, como das ostras *Pinctada* máxima, da Austrália e ao longo da costa sudoeste da Ásia, *P. margaritifera* no Pacífico e no mar Vermelho, *P. martensii* no Japão, *P. chemnitzii* na China e *Pteria sterna* no México. Com a melhora nas técnicas de cultivo, a distinção entre uma pérola natural e uma cultivada tornou-se mais difícil e acreditamos que sua distinção se tornará ainda mais difícil no futuro. Durante décadas, gemólogos confiavam nos Raios-X

para fazer a distinção entre pérolas naturais e cultivadas. Recentemente, a microtomografia passou a ser utilizada para a análise de pérolas e gemas. Este artigo enfoca os aspectos observados com essa técnica na análise de pérolas naturais e pérolas cultivadas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Mais de 50 pérolas foram analisadas por microtomografia. Escolhemos 11 pérolas naturais e 19 cultivadas para esse estudo. São pérolas provenientes de moluscos de água doce e de água salgada (tabela 1). As amostras são de uma coleção e provenientes de fontes confiáveis.

RESULTADOS

Pérolas naturais: são caracterizadas, principalmente, pela estrutura de suas camadas de nácar semelhante às da cebola, consistindo em pequenas placas de aragonita. Elas também possuem uma substância orgânica (conchiolin) e algumas têm o centro composto por colunas radiais de calcita, que aparecem mais escuras (em radiografias) devido ao enriquecimento de matéria orgânica. Quando são serradas ao meio (fig. 1), suas estruturas podem ser observadas em detalhes no microscópio. As imagens da microtomografia mostram estas estruturas em três



Fig.1 Pérolas serradas ao meio, na parte superior do quadro as pérolas cultivadas de água doce sem núcleo, na parte central, pérolas cultivadas de água salgada com núcleo, e na parte inferior, pérolas naturais e pérolas cultivadas Keshi sem núcleo. Foto de H. A. Hänni, ©SSEF.

AMOSTRA DAS PÉROLAS ESTUDADAS E SUAS CARACTERÍSTICAS

AMOSTRA Nº	TIPO	MOLUSCO	TAMANHO	FORMATO	COR	CONDIÇÃO	U-CT RESOLUTION
Mxt 9	Nat. Água Salg.	P. Radiata	6,02-6,97	Oval	Creme clara	Sem furo	6.0
Mxt 57_2	Nat. Água Salg.	P. Radiata	8,32-8,55	Botão	Creme clara	Sem furo	3.6
Mxt 29	Nat. Água Salg.	P. Radiata	9,84-11,20	Gota	Branca	Sem furo	3.0
Mxt 44	Nat. Água Salg.	P. Máxima	9,55-19,95	L. Bar.	Branca	Sem furo	3.1
Mxt 45	Nat. Água Salg.	P. máxima	7,60-13,50	Bar.	Branca	Sem furo	3.5
Mxt 63_2	Nat. Água Salg.	P. radiata	8,20-8,31	Red.	Creme	Com furo	2.5
Mxt63_10	Nat. Água Salg.	P. radiata	8,46-8,55	Red.	Creme	Com furo	2.5
Mxt 63_15	Nat. Água Salg.	P. radiata	8,96-9,57	Oval	Creme clara	Com furo	2.5
Mxt 63_18	Nat. Água Salg.	P. radiata	9,39-10,10	Oval	Creme clara	Com furo	2.5
Mxt 70	Nat. Água Salg.	P. radiata	9,42-11,20	Botão	Creme clara	Sem furo	3.0
Mxt 3	Nat. Água Doce	Unionida	6,87-7,18	Red.	Lev. Rosada	Sem furo	3.0
Mxt 14b	Cult.A.S.Núcleo	P. máxima	8,80-11,96	Oval	Branca	Com furo	4.9
Mxt 31	Cult.A.S.Núcleo	P. máxima	10,49-10,92	Red	Amarela	Meio-furo	3.5
HAH_1	Cult.A.S.Núcleo	P. máxima	9,12-9,25	Red.	Branca	Sem Furo	3.6
HAH 2	Cult.A.S.Núcleo	P. margaritifera	9,26-9,47	Red.	Cinza escuro	Sem furo	3.6
Mxt 21_1	Cult.A.S.Núcleo	P. máxima	6,55-18,54	Bar.	Branca	Sem furo	4.0
Mxt 37_1	Cult.A.S. S/Núcleo	P. máxima	9,19-12,98	Bar.	Branca	Sem furo	2.6
Mxt 37_17	Cult.A.S. S/Núcleo	P. máxima	8,05-11,10	Oval	Branca	Meio-furo	2.3
Mxt 61_14	Cult.A.S. S/Núcleo	P. máxima	6,59-8,56	Botão	Amarela	Sem furo	3.5
Mxt 61_20	Cult.A.S. S/Núcleo	P. máxima	6,91-7,62	Oval	Branca	Sem furo	3.6
Mxt 68	Cult.A.S. S/Núcleo	P. máxima	12,68-12,92	Red.	Creme clara	Com furo	3.6
Mxt 197	Cult.A.S. S/Núcleo	P. máxima	10,66-14,95	Gota	Branca	Meio-furo	3.6
Mxt198	Cult.A.S. S/Núcleo	P. máxima	10,00-13,28	Gota	Branca	Meio-furo	3.9
Mxt 21_2	Cult.A.S. S/Núcleo	P. máxima	14,30-20,52	Bar.	Branca	Sem furo	4.0
Mxt 1	Cult.A.D. S/Núcleo	Hyriopsis spp.	10,58-11,41	Oval	Laranja clara	Sem furo	4.9
Mxt 2	Cult.A.D. S/Núcleo	Hyriopsis spp.	8,51-10,82	L. Bar.	Branca	Sem furo	4.0
Mxt 13a	Cult.A.D. S/Núcleo	Hyriopsis spp.	9,80-13,70	Gota	Branca	Sem furo	5.4
Mxt 97	Cult.A.D. S/Núcleo	Unionida	14,38-16,30	Botão	Creme clara	Sem furo	4.2
Mxt 98	Cult.A.D. S/Núcleo	Unionida	15,70-17,56	Oval	Branca	Sem furo	3.7
Mxt 99	Cult.A.D. S/Núcleo	Unionida	17,54-20,84	Oval	Laranja	Sem furo	4.6

dimensões. A sequência de cortes da pérola natural nos mostra o crescimento das estruturas, que geralmente são muito uniformes em suas camadas esféricas. Também é tipicamente observado: (1) fissuras devido ao envelhecimento ou ao ressecamento da pérola, que geralmente seguem o crescimento dos anéis de nácar (fig. 2a e 2b); (2) linhas de intersecção curvas em pérolas que cresceram juntas (fig. 2c). Em radiografias, esse fato pode ser interpretado erroneamente como sendo cavidades em uma pérola cultivada sem núcleo.

Pérolas cultivadas com núcleo: embora sejam geralmente fáceis de distinguir das naturais, através da radiografia (fig.3) a microfotografia nos fornece uma visão mais detalhada de sua estrutura. Por exemplo, imagens da amostra mxt 14b - uma pérola cultivada de água salgada, oval, proveniente da P. máxima da Austrália - revelaram que o núcleo foi quebrado durante a perfuração (fig.3a). Além disso, a grande cavidade no topo dessa pérola cultivada mostra uma complexa

estrutura de camadas de material orgânico (conchilion) com pequenas partículas de carbonato de cálcio (vistas como manchas brilhantes).

Mais difíceis ainda de serem distinguidas são as pérolas cultivadas com núcleo de pérolas de água doce sem núcleo, pérolas cultivadas de água salgada ou mesmo pérolas naturais de baixa qualidade. Essas pérolas são deliberadamente produzidas para parecerem o mais próximo possível de uma pérola natural. Embora elas possam ser geralmente detectadas por radiografia, a microtomografia fornece um estudo muito mais acurado (fig. 3b).

Pérolas cultivadas sem núcleo: as pérolas analisadas são originárias tanto de moluscos de água doce (*Hyriopsis* spp.) quanto de água salgada (*P. maxiam*, *P. margaritifera*, *P. sterna*). As últimas, algumas vezes chamadas de pérolas cultivadas keshi, têm causado uma certa inquietação, devido a uma crescente quantidade que está entrando no mercado, geralmente com uma

PÉROLAS

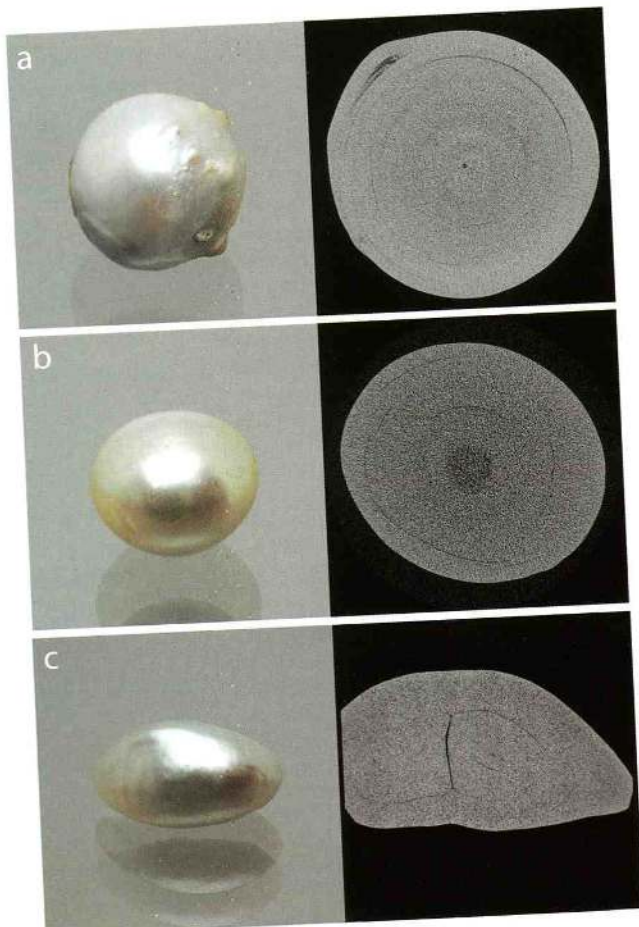


Fig. 2
Essas fotos e cortes tomográficos de pérolas naturais incluem: (a) uma pérola natural de água doce (amostra mxt 3) do molusco *Unionida*, do Mississipi, mostrando um pequeno ponto preto no centro, devido a material orgânico; (b) uma pérola natural de água salgada (mxt 9) do molusco *P. radiata*, Golfo Pérsico, mostrando uma grande zona central escura de calcita entremeada com algum material orgânico, assim como fissuras concêntricas parciais; e (c) uma pérola natural de água salgada (mxt 44), do molusco *P. máxima*, do Vietnã, mostrando o crescimento de duas pérolas. A estrutura circular fina, altamente concentrada, vista no corte tomográfico de (a), é um artefato. Fotos de M. S. Krzemnicki, © SSEF.

excelente qualidade de formato e cor. Estão rivalizando com as pérolas naturais históricas e podem, quando identificadas como naturais de maneira errônea, comprometer o fascínio e a raridade dos produtos naturais. Laboratórios gemológicos estão esforçando-se para estabelecer critérios e separar essas pérolas cultivadas de água salgada sem núcleo das naturais. Para melhor entender as estruturas dessas pérolas cultivadas, nós as separamos em duas categorias: (1) cultivadas somente a partir de um pedaço do tecido da mantua, e (2) cultivada a partir do tecido da mantua

IMPORTANTE SABER

- A microtomografia, é um método eficaz, para separar pérolas naturais, das pérolas cultivadas, inclusive daquelas, que contêm pérolas como núcleo.
- Pérolas naturais se caracterizam por uma estrutura uniforme das camadas (tipo cebola) de nácar e conchiolin.
- Pérolas cultivadas de água doce sem núcleo, contêm pequenas cavidades curvas no seu centro.
- Pérolas cultivadas de água salgada sem núcleo, Keshi, podem mostrar estruturas curvas, grandes cavidades ou pontos calcários no seu centro.

após o núcleo que foi implantado ao mesmo tempo ter sido rejeitado. Se uma pérola cultivada sem núcleo cresce diretamente a partir do enxerto de um pedaço do tecido da mantua – como as pérolas chinesas de água doce, uma pequena cavidade curva (“bigode”) vai estar presente no seu centro. Essa cavidade representa a linha exterior da formação inicial do nácar dentro do tecido enrugado da mantua depois de ter sido formado o saco da pérola no molusco. O “bigode” pode ser difícil de ver na radiografia, muitas vezes requerendo uma maior ampliação. Quando visto através dos cortes da microfotografia, entretanto, essa estrutura irregular curva é muito mais óbvia (fig. 4a), e pode ser inclusive visualizada em três dimensões (fig 4b, 4c).

Para as pérolas cultivadas que cresceram após a rejeição do núcleo, observamos dois aspectos diferentes, provavelmente relacionados com o estágio em que o núcleo foi rejeitado. Para as pérolas que rejeitaram o núcleo na primeira geração de cultivo, o tecido da mantua inserido se comporta como relatado acima, formando o saco da pérola e, subsequentemente, depositando carbonato de cálcio. Assim, esperamos encontrar um “bigode” menor e mais adelgado na pérola cultivada (semelhante ao observado na fig. 4c), ou uma pequena cavidade arredondada. Essas pérolas cultivadas geralmente são de formato botão, oval ou gota. Já as formadas após a rejeição do núcleo durante o período de cultivo da segunda geração ou posterior, quando o saco da pérola já estava formado e foi preenchido novamente com um núcleo que foi rejeitado logo em

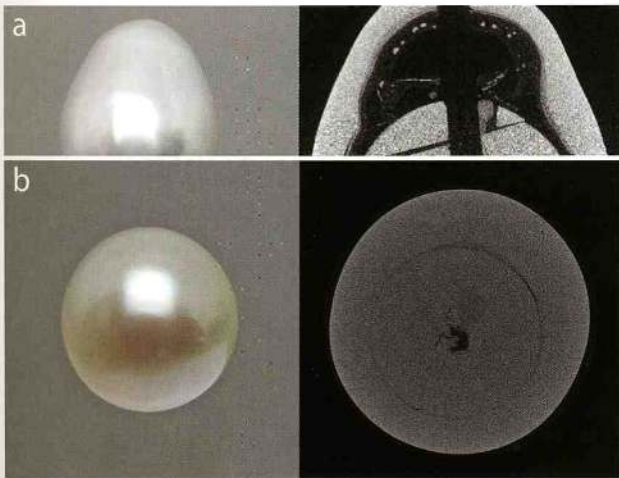


Fig. 3
Fotos e imagens de tomografia de pérolas cultivadas de água salgada com núcleo. (a) amostra da P. Máxima, da Austrália (mxt 14b), com um núcleo que partiu durante o processo de perfuração, e uma grande cavidade contendo vários e pequenos pontos brancos de carbonato de cálcio; e (b) amostra da P. máxima (HAH_1) contendo uma pérola cultivada chinesa de água doce sem núcleo, como núcleo. No núcleo dessa pérola, é evidente no centro, a estrutura irregular da cavidade da pérola sem núcleo. Fotos de M. S. Krzemnicki, © SSEF.

seguida, quando observamos cavidades maiores no interior da pérola, geralmente ligeiramente curvas. Quando há o colapso do saco, vemos cavidades grandes e chatas na estrutura da pérola, que geralmente mostram um formato barroco.

Em alguns casos, especialmente no caso dos moluscos *Pinctada spp* moluscos, “pequenas” pérolas cultivadas adicionais se formam dentro do saco, provavelmente devido a lesões ocorridas durante a inserção do núcleo. Suas estruturas internas são características, geralmente mostram um ou dois pontos de nácar no centro (similar aos pontos de carbonato de cálcio vistos na fig. 3a), rodeados por um núcleo rico em material orgânico com camadas externas de nácar. A figura 5 mostra uma fatia que consiste em um par dessas perolas cultivadas “adicionais”, ligadas a uma pérola cultivada no núcleo que se formou dentro da gônada da ostra P. máxima. As manchas brancas calcáreas no centro são claramente visíveis. Aspecto esse também evidente na microfotografia de uma semelhante pérola cultivada com núcleo (P. máxima), onde vemos sua ligação com uma pérola adicional (fig. 6a). A pérola “adicional” cultivada também pode ser encontrada solta no saco e não ligada à pérola cultivada com núcleo. A fig. 6b mostra um complexo caso que parece consistir em uma

pérola cultivada “adicional” sem núcleo (novamente com uma mancha branca no centro), que, aparentemente passou despercebida no momento da colheita da primeira geração de pérolas cultivadas com núcleo no saco da ostra P. máxima. Logo após, um segundo núcleo foi introduzido no saco já existente, mas foi rejeitado. Como resultado o saco entrou em colapso, produzindo esse complexo padrão interno de uma pérola cultivada barroca.

Além disso, essas pérolas “adicionais” podem ser colhidas e usadas como pérolas cultivadas Keshi. A fig. 6c mostra uma pérola cultivada “adicional” solta, novamente com uma mancha calcárea no centro. Essas pérolas cultivadas mostram uma perturbadora semelhança com as pérolas naturais, e somente podem ser identificadas com uma cuidadosa observação de radiografias ou pela microtomofotografia. Também encontramos indícios que pérolas cultivadas “adicionais” ligadas à pérolas cultivadas com núcleo (como a da fig. 6a) foram serradas para serem usadas como núcleo para o cultivo de novas pérolas. Imitando deliberadamente tanto quanto possível, a estrutura interna da pérola natural.

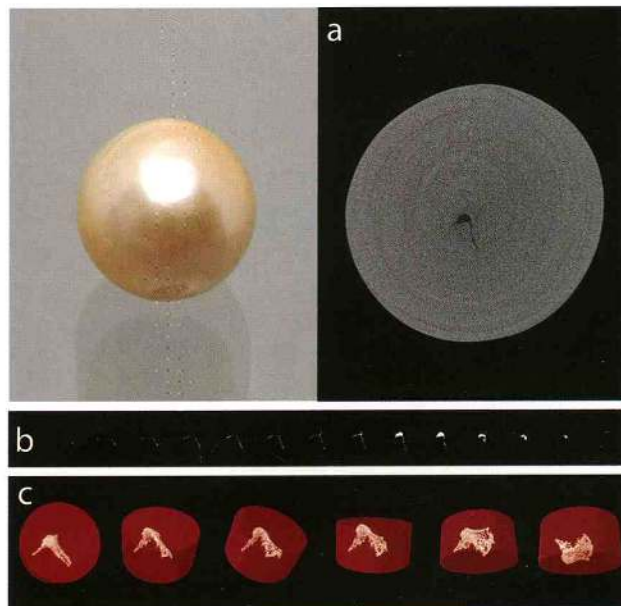


Fig. 4
Esta pérola cultivada de água doce sem núcleo (mxt 1), da China, tem a característica curva “bigode”, difícil de ser visualizada no Rx. Na microtomografia, esta estrutura é nitidamente visível: (a) corte axial (horizontal), (b) numa sucessão de cortes axiais, (c) também permite mostrar essa estrutura em diferentes ângulos. Foto de M. S. Krzemnicki, © SSEF.

PÉROLAS

CONCLUSÃO

A separação de pérolas naturais e cultivadas pode ser bem difícil, especialmente com o desenvolvimento ocorrido nos métodos de cultivo. A microtomografia é uma poderosa técnica para a visualização interna da estrutura da pérola, fornecendo assim evidências diagnósticas para diferenciar as naturais das cultivadas. A vantagem deste método está, principalmente, na visão em terceira dimensão de alta resolução quando comparado com as radiografias tradicionais, que fornecem imagens condensadas bidimensionais. Pequenos detalhes como pequenas curvaturas somente podem ser identificados após exame minucioso de múltiplas radiografias tiradas em vários ângulos, e fissuras podem ser interpretadas erroneamente como cavidades.

Apesar da possibilidade de se ver todos os aspectos internos descritos na radiografia tradicional, a microtomografia prevê informações adicionais. Baseados na nossa experiência, concluímos que a microtomografia mostra um grande potencial para testar pérolas. Entretanto, testes adicionais com pérolas de difícil análise devem ser realizados para sabermos realmente das vantagens que esse método oferece quando comparado à radiografia tradicional.

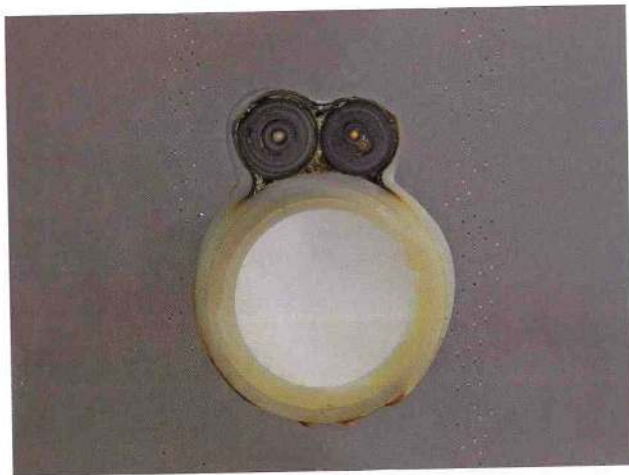


Fig. 5
Essa lâmina (12mm de diâmetro), mostra uma pérola cultivada com núcleo, unida a duas pérolas cultivadas formadas adicionalmente no saco da pérola (na gônada da P. maxima). Observe os pontos brancos calcários no centro dessas pérolas adicionais sem núcleo. Foto de H. A. Hänni, © SSEF.

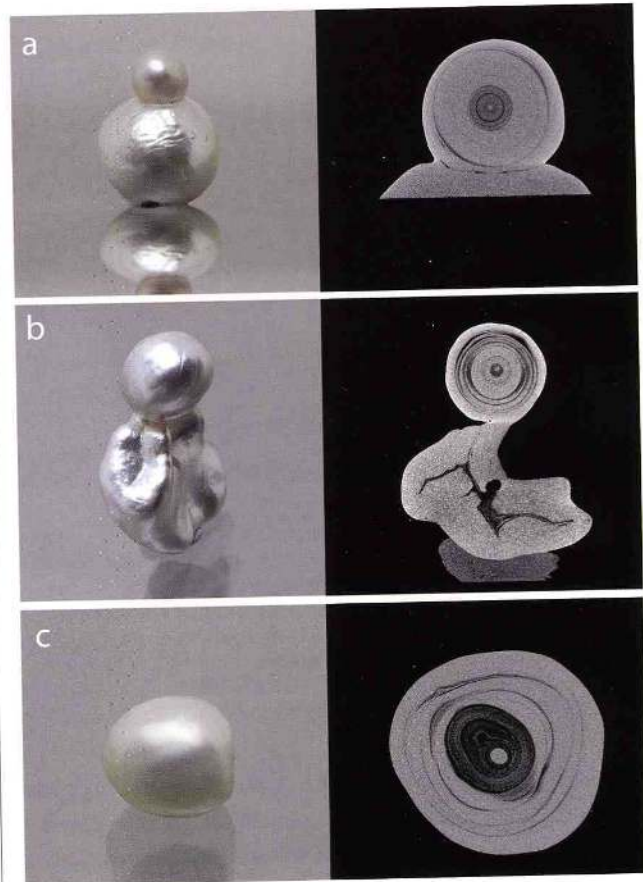


Fig. 6
Essas pérolas cultivadas de água salgada sem núcleo mostram alguns aspectos interessantes: todas têm um pequeno ponto calcário no centro. (a) uma pérola cultivada adicional está unida a uma pérola cultivada com núcleo (mxt 21_2, P. máxima), da Austrália. (b) uma pérola barroca (mxt 21_1, P. máxima) mostra complexas estruturas formadas por uma pérola cultivada sem núcleo ligada a uma pérola cultivada sem núcleo com uma grande cavidade irregular devido ao colapso do saco da pérola. (c) essa pérola cultivada adicional (mxt 61_20), provavelmente formada devido a lesões durante inserção do núcleo (P. máxima). Embora essas estruturas sejam semelhantes àquelas observadas na pérola natural, a presença dos pontos de carbonato de cálcio, circundados por camadas de materiais orgânicos, e a subsequente deposição de nácar, são característicos das pérolas cultivadas. Fotos de M. S. Krzemnicki, © SSEF.

SOBRE OS AUTORES

Dr. Krzemnicki (gemlab@ssef.ch) é o diretor, e o Dr Hänni é pesquisador do SSEF Swiss Gemmological Institute, na Basileia, Suíça. Dr Friess é um cientista do Gloor Instruments AG, em Uster, Suíça. Dr. Chalus é especialista em espectroscopia no Global Technical Development, uma divisão da F. Hoffmann La Roche AG, na Basileia. Dr Karampelas é cientista, pesquisador do Gübelin Gem Lab, em Luzerna, Suíça.