

3 Novas Tecnologias para Produção de Joias

Neste capítulo nos deteremos nas características da solda a laser, suas vantagens e impactos na criação e manufatura das jóias³³. De forma que, inicialmente analisaremos a tecnologia, segundo suas aplicações e benefícios, para em seguida avaliar as possibilidades de alterar o processo produtivo ou a própria configuração da joia. Na seqüência exemplificaremos o uso da tecnologia e alguns possíveis empregos, através do trabalho de alguns joalheiros.

Como já foi mencionado no capítulo anterior, “Utilização do Design na Indústria Joalheira”, a tecnologia da solda a laser não é novidade para vários setores, inclusive para o setor joalheiro. Apesar de já existir no mercado máquinas de mesa, o seu valor continua alto, de modo que, permanece a ser mais utilizadas por empresas de maior porte. Assim, mesmo para as empresas que possuem essa tecnologia, seu uso fica restrito aos pequenos consertos e simples montagens. Ou seja, seu uso fica limitado às atividades mais corriqueiras, não havendo uma tentativa de explorar a tecnologia, tais como os experimentos com outros metais e até mesmo com mistura de diferentes ligas. Talvez isso ocorra por não haver uma prática de pesquisa nesse segmento. Por outro lado, a máquina talvez tenha uma vocação para fazer concertos e reparos. Neste aspecto, ficou muito mais rápido para as indústrias corrigir o tamanho de um anel, ou restaurar uma garra. O tempo do processo de consertos foi abreviando, reduzindo os custos com essa operação, sem contar que o emprego da tecnologia é muito simples. Isto é, não é necessário um longo treinamento para dominar a operação na máquina.

A atuação do designer poderia estar associada à exploração e tradução dessa tecnologia na produção de novos produtos. Como veremos mais adiante, a solda a laser permite a produção de jóias com uma série de facilidades e

³³ Conforme visto anteriormente, o setor joalheiro não é intensivo em atividades de pesquisa e desenvolvimento, no entanto, tecnologias de outros setores são adaptadas para criação e produção de jóias. Atualmente utilizamos uma serie de novas tecnologias para esse fim, tais como: eletroformação, prototipagem rápida por subtração e por adição, estereolitografia, gravação, corte e solda a laser.

vantagens. Embora a tecnologia seja um elemento importante para alterar o processo de produção ou desenvolver um novo produto, é com a incorporação do design que possivelmente lograremos atuar num mercado mais competitivo. Assim, o design traduziria essa tecnologia para criação de produtos com novas montagens, pois a tecnologia usada de forma restrita, isto é, para fazer consertos e corrigir superfícies, não permitiria desenvolver um produto inovador. O design tem a capacidade de reunir e explorar novas tecnologias a fim de criar um produto suficientemente diferenciado com intuito de despertar o desejo de compra.

Neste aspecto, o design produz um importante papel, pois é através da pesquisa de inovações secundárias que se desenvolve e comercializa novos produtos. As tecnologias desenvolvidas por um determinado setor podem ser exploradas e absorvidas por setores menos intensivos em pesquisa tecnológica, como é o caso do setor joalheiro. Com relação ao laser, foi o físico Albert Einstein quem lançou os fundamentos da invenção, em 1916, no entanto foi só em 1953 que cientistas da União Soviética resolveram o problema da emissão contínua das ondas com o intuito de emitir luz. De forma que, podemos inferir que os avanços e aperfeiçoamento do laser ganhou a dimensão de uma invenção radical, pois o laser hoje, é utilizado nos mais diversos fins. Vai das aplicações médicas às comerciais, como é o caso da comunicação por fibra ótica, leitores de código de barra e dos aparelhos leitores de CD e DVD, passando pela pesquisa científica da física atômica e óptica quântica.

3.1 Tecnologia da Solda a Laser

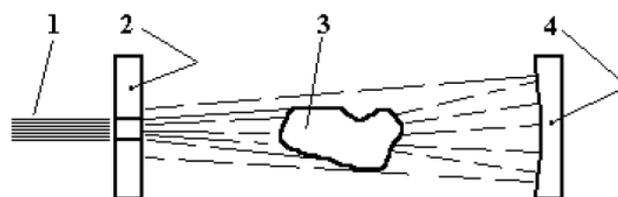
Para entendermos o princípio do laser, faz-se necessário um breve recuo na história da ciência. As pesquisas científicas nos mostraram que o universo é formado por cerca de 100 átomos diferentes que se combinam de maneira ilimitada. Isto significa que toda matéria é formada por átomos, sendo sua menor porção. A maneira como se distribuem e se conectam é que vai determinar qual será o tipo de matéria, podendo ser um metal, vidro, madeira, etc. Os átomos estão em constante movimento, inclusive nas matérias em estado sólido. No entanto ao aplicarmos muita energia, o átomo pode passar de um estado fundamental de energia e ir para um estado excitado³⁴. Há várias maneiras de

³⁴ Diz-se que o átomo está no estado fundamental quando possui a menor energia possível. Se sua energia aumenta, ele passa a um de seus vários estados excitados,

produzir excitação do átomo. A energia que se aplica em um átomo pode ser através do calor, luz ou eletricidade³⁵.

Um *laser* funciona desde que se consiga excitar um número mínimo de átomos de determinado material para um nível de energia superior, de modo a se obter uma inversão de população (quando existem mais átomos excitados do que átomos no estado fundamental). Quando isso ocorre, a emissão espontânea de fótons³⁶(partícula de luz), que acontece naturalmente a todo tempo, é amplificada pelos átomos vizinhos, que vão emitir fótons estimulados pelos primeiros.

Estes fótons, por sua vez, estimulam a emissão de outros, num efeito cascata. Entretanto, para que tudo isso funcione, é necessária uma realimentação, ou seja, manter fótons ressonando dentro de uma cavidade até encontrarem-se em direção ao orifício, saída. Quando isto ocorre, os fótons saem na forma de feixe LASER. Este mecanismo garante que o feixe seja extremamente direcionado. Isso é obtido com uma *cavidade óptica*, uma região em que se confina luz por algum tempo com o uso de espelhos altamente refletores e convenientemente alinhados.



- 1 - feixe LASER
- 2 - lente plana e espelhada com furo
- 3 - meio ativo
- 4 - lente concava

Figura 1 – Princípio de funcionamento³⁷

que correspondem a níveis de energia mais elevados. Um átomo está normalmente no estado fundamental, mas pode passar a um estado excitado se absorver energia.

³⁵ Disponível em <http://science.howstuffworks.com/laser10.htm> Acesso em 2 de março de 2009.

³⁶ HOUAISS, Antonio. Física Atômica. Partícula de massa de repouso nula, carga elétrica nula, e que consiste no quantum de radiação eletromagnética. Os fótons se deslocam no vácuo à velocidade da luz e sua natureza de partícula é importante na explicação de certos fenômenos físicos, como por exemplo o efeito fotoelétrico. Dicionário Houaiss. Instituto Antonio Houaiss. Ed. Objetiva, 2001.

³⁷ Disponível em <http://www.infosolda.com.br/download/61deu.pdf> Acesso em 13 de julho de 2009.

A cavidade ressonante é o local onde ocorre a amplificação da radiação, pois com os espelhos devidamente posicionados é possível refletir e amplificar o feixe. O meio ativo, instalado entre os espelhos, é o responsável por amplificar a luz que o atravessa.

O amplificador óptico (meio ativo) atua de maneira semelhante a um amplificador de som. Ele recebe um sinal de baixa intensidade, gerado por uma fonte externa e produz um sinal com as mesmas características, mas com intensidade maior. Enquanto o amplificador de som aumenta a intensidade de sinais elétricos o amplificador óptico opera diretamente sobre um feixe luminoso aumentando sua intensidade. Esta luz amplificada possui algumas características especiais que a tornam importante para inúmeras aplicações.³⁸

Por ter uma energia altamente concentrada, o processo de soldagem a laser afeta uma região muito reduzida, daí ser recomendada a sua aplicação para soldas com a presença de pedras, molas, acrílicos e outras matérias que não possam ser expostos ao calor.

O uso do laser na ourivesaria³⁹ pode acontecer em três atividades distintas: no corte, na gravura e na solda. Como o objetivo deste estudo é analisar a tecnologia da solda a laser, vale à pena, antes de avançarmos, esclarecermos a distinção entre soldagem e brasagem. A soldagem ocorre quando a união das partes metálicas é feita com ou sem a adição de um metal com o mesmo de ponto de fusão ou próximo ao dos metais que serão unidos. Isto é, as partes metálicas serão parcialmente fundidas na região da junção. Neste caso a microestrutura metálica é fortemente modificada.

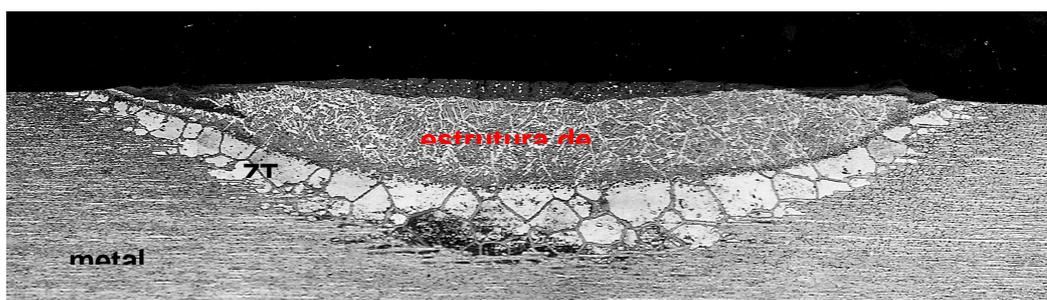


Figura 2 – Microestrutura resultante da fusão superficial de uma chapa de aço inoxidável bifásico (dúplex) causada por um feixe de laser. (KLIUGA e FERRANTE, 2009)

³⁸ Disponível em http://www.cdcc.usp.br/ciencia/artigos/art_07/laser.html Acesso em 13 de julho de 2009.

³⁹ Aqui não trataremos da aplicação do laser na gemologia. Nos restringiremos à solda a laser.

A figura 4 mostra as mudanças estruturais causadas por um feixe de laser sobre uma chapa de aço. A área do metal de base tem a microestrutura típica de um material conformado mecanicamente, com as duas fases do aço alinhadas na direção de laminação. Na região próxima à de fusão, apesar de não ter sido fundido, o metal aqueceu e modificou a sua microestrutura: houve recristalização e alteração dessa estrutura. Esta zona aquecida, com grãos grosseiros, é denominada *zona termicamente afetada* (ZTA). A região que ultrapassou o ponto de fusão apresenta microestrutura de solidificação, denominada de *metal depositado* ou *metal de solda*. Portanto, diferentemente da operação de brasagem, a soldagem introduz mudanças significativas na microestrutura do metal e isso causa grandes variações nas propriedades mecânicas (KLIUGA e FERRANTE, 2009). A *zona termicamente afetada*, por ficar com os grãos bem maiores que o metal de base, é a região mais frágil. A solução para produzir juntas mais resistentes é a concentração de calor, a fim de reduzir a zona termicamente afetada.

Por outro lado, a brasagem é a operação que realizamos na joalheria. Com o uso do maçarico na banca de ourives, unimos duas partes metálicas utilizando um terceiro metal. Este metal, também chamado de metal de brasagem é uma liga com o ponto de fusão inferior ao dos metais a serem unidos e, como deverá preencher um vão muito estreito entre as partes metálicas, deve ter fluidez para que possa escorrer e completar por capilaridade o espaço da junta.

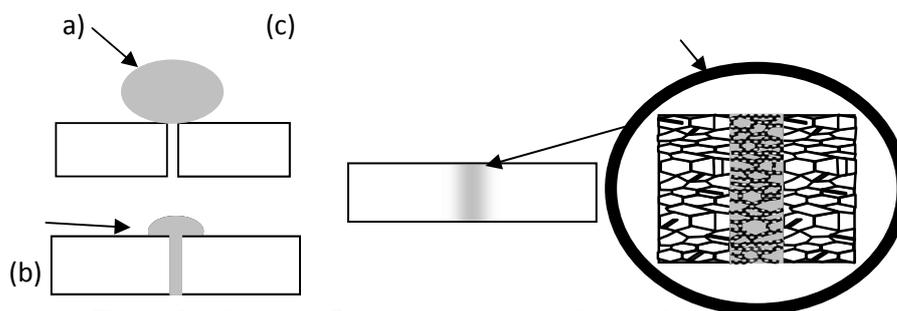


Figura 3 – Junta de Brasagem. (a) gota de metal de solda, (b) preenchimento da cavidade por capilaridade, (c) aspecto da junta de brasagem: o metal de preenchimento com estrutura de solidificação.

Ao contrário da brasagem, na soldagem apenas o local da junta é aquecido, e como a velocidade de aquecimento supera a velocidade dada pela difusividade térmica do metal, as técnicas de soldagem permitem unir

peças que já tenham pedras cravadas e, por isto, são úteis em operações de reparo (KLIAUGA e FERRANTE, 2009).

Desse modo, é correto falar em soldagem ao nos referirmos ao laser, pois as partes metálicas são fundidas. O metal de adição é utilizado em forma de fio de 0,25 a 0,5 mm de diâmetro e tem a mesma composição das partes metálicas. A finalidade do metal de adição é de preencher as depressões provocadas pelos tiros do laser. Pois o feixe de luz, quando disparado provoca uma poça, causando uma leve depressão, que é corrigido quando se acrescenta o fio do mesmo metal de base, assim ao atirar⁴⁰ é recomendado usar um fino fio para que o acabamento fique perfeito. Diferentemente da união na brasagem, onde o metal de adição ao fundir junta as partes metálicas, na solda esse metal vai preencher as poças e promover um melhor acabamento, daí a necessidade da sua utilização.

Sabemos que a solda a laser permite construções/montagens que as técnicas da ourivesaria tradicional não possibilitam. Isto é, o uso do maçarico não permite unir materiais que não suportam calor. Não seria possível, por exemplo, unir um metal por cima de uma gema⁴¹. Isto é, na brasagem não seria factível juntar partes metálicas com a presença da pedra preciosa. Mais precisamente, só o diamante, o rubi e a safira suportam calor intenso. Esse aspecto, de poder fazer uma espécie de sanduíche com a gema - metal, gema e metal - abre uma gama de possibilidades no projeto de uma jóia. Permite, do mesmo modo, soldar peças com a presença de materiais que não resistem ao calor, como madeira, plásticos, pérolas, molas, etc. Os dois benefícios se devem ao fato do calor intenso convergir para um único ponto, de modo a preservar os materiais que não podem receber calor.

Outra característica que vale salientar é a possibilidade de construir módulos separados, executar todo o acabamento que for necessário e só por último unir com a solda a laser as partes para montagem final da jóia. Essa construção é ideal para peças cuja operação de polimento não chega a todas as partes. Nesses casos é possível executar a jóia por parte ou módulos, e só montá-la quando o acabamento estiver pronto; portanto, quando já tiver sido dado o polimento final. Isto significa que a solda é limpa, não compromete o acabamento superficial, que tanto pode ser polido como fosco. Da mesma forma, a cravação das gemas pode ocorrer antes da montagem, tornando o

⁴⁰ Disparo do feixe de luz.

⁴¹ Pedra preciosa

trabalho mais rápido e seguro do que no final do processo de montagem. Após soldar estes itens pré-tratados, é recomendado uma pequena limpeza como o vapor de limpeza ou ultra-som. Este aspecto pode ter a vantagem de elevar a qualidade da jóia, pois algumas áreas, mais difíceis de alcançar na finalização da peça, neste processo de fabricação ficam acessíveis.

Dessa forma, ao se projetar uma jóia não é preciso ficar preso ao processo produtivo tradicional, onde as soldas eram feitas no início ou meio da construção. No processo com a solda a laser as soldas podem passar para o final da operação, ou seja, após o polimento e cravação. Assim, é possível acabar a peça, dar polimento e fazer a cravação e por último soldar.

Como fonte de calor focada, a solda a laser é mais adequada para metais de baixa condutividade, como ouro, aço, titânio e platina, e, conseqüentemente, é menos eficiente na prata. O processo de soldagem é por fusão, o que significa que não é necessário o aporte de um terceiro metal, a solda, cujo ponto de fusão deve ser inferior às das partes metálicas. O feixe de luz funde com precisão as partes que serão unidas, produzindo uniões de alta qualidade. Assim, é aquecida apenas a região da união. Dessa forma, uma das grandes vantagens desta soldagem é possibilitar o processo de união com metal idêntico, ou muito semelhante à dos metais de base. Em outras palavras, não há alteração na cor do metal, tampouco comprometimento da solda durante a montagem, mesmo que haja necessidade do posterior uso de fonte de calor.

Vale destacar duas outras vantagens dessa tecnologia, a primeira é a possibilidade de misturar metais e ligas distintas. Mais uma vez, apesar de ser ideal para o aço, titânio, platina e ouro, ou seja, metais de baixa condutividade, experimentos realizados por pesquisadores de Portugal e da Inglaterra⁴² demonstraram que o laser pode ser usado em diversos metais, tais como latão, cobre, prata e alumínio. Segundo a Professora Jo Pond, da Birmingham City University, mesmo em metais como o alumínio, onde o uso dessa tecnologia é menos indicado, é possível de ser adotados. A solução encontrada para sua utilização é através do design, assim ao projetar joias em alumínio com a solda a laser é necessário empregar formas que lhe sejam apropriadas. Dito de outra forma, o alumínio deve ser empregado em conjunto com outros metais, cuja função seria de arrematar com caixa ou moldura as possíveis marcas que a tecnologia imprime no alumínio. Isto é, as características do alumínio e da

⁴² O professor Paulo Martingo da Universidade Superior de Arte e Design de Matosinhos e do Cindor, Portugal, é responsável pelo laboratório de solda a laser. A professora Jo Pond da Birmingham City University atua com a solda a laser nos cursos de joalheria.

tecnologia que se pretende adotar devem ser levadas em conta ao projetar as joias. Os metais como o alumínio, devido a sua alta condutividade, não solda com tanta facilidade quanto os outros metais, é preciso mais insistência nos disparos e acaba por produzir impressões difíceis de corrigir. Uma possível saída seria adotar outros elementos com a finalidade de disfarçar e esconder as marcas.

As Imagens abaixo mostram os experimentos que foram realizados pelo Professor Paulo Martingo, responsável pelo laboratório de solda a laser do CINDOR, Centro de Formação Profissional da Indústria da Ourivesaria e Relojoaria, em Gondomar, Portugal. Através dos seus ensaios foi possível ajustar a máquina para soldar metais menos utilizados pela indústria joalheira, latão, cobre, aço e prata. Como pesquisador, Prof. Paulo Martingo teve a possibilidade de experimentar a união de diversas ligas com essa tecnologia, procedimento que dificilmente seria realizado pela indústria, pois devido ao alto custo do equipamento, a relação custo benefício só justificaria com a utilização na montagem de peças em ouro e reparos. Mais uma vez, as características do setor joalheiro não permitem o desenvolvimento de pesquisa, daí a importância de parcerias com os centro de pesquisa e universidades.

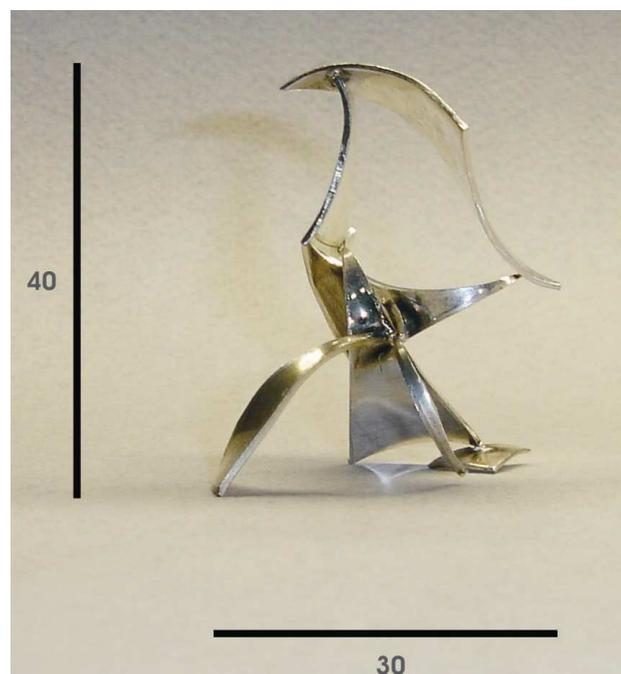


Foto 1 – Paulo Martingo. Experimentos com a solda laser 2007.
Prata 925. Dimensões 40 mm X 30 mm ⁴³.

⁴³ Imagens dos experimentos do Prof. Paulo Martingo. Foram enviados por email à Ana Videla.



Foto 2 - Paulo Martingo. Experimentos com a solda laser 2007.
Cobre, Latão e Esfera de Aço. Dimensões 28mm X 17mm.

A composição acima, foto 9, foi realizada com prata 925, ou seja, apesar de não ser um metal ideal para a solda a laser, pois é bom condutor de calor e muito reflexivo, os experimentos realizados pelo professor Paulo Martingo demonstram que essa tecnologia funciona bem para a união de diferentes ligas. No experimento da foto 10, ele utiliza três diferentes metais: cobre, latão e aço.

A segunda vantagem diz respeito à dureza dos metais. Os metais são constituídos de cristais e, mais especificamente, os metais utilizados na joalheria são formados por cristais cúbicos, ou seja, têm muitos planos onde o movimento de deformação pode ocorrer, por isto são dúcteis e facilmente deformáveis. O metal ao ser trabalhado pelo processo de conformação mecânica, ou seja, laminação⁴⁴, forjamento⁴⁵, estirado ou trefilação⁴⁶ produz uma compressão nos cristais da sua composição. A recristalização, que é o ato de dar calor ao metal até o recozimento, permite que o metal adquira a estrutura cristalina próxima da inicial, isto é, volta a ter uma ordenação parecida com a estrutura anterior à

⁴⁴ O metal é comprimido entre dois cilindros em rotação, que giram em direções opostas. A espessura do metal diminui enquanto seu comprimento aumenta e a sua largura permanece aproximadamente a mesma.

⁴⁵ Primeiro método de compressão mecânica. É utilizado a bigorna e o martelo para imprimir força à superfície do metal fazendo com que ele escoe pelos lados. Na oficina do ourives, no entanto, ainda hoje são utilizadas as técnicas de forjamento manual na obtenção de peças individuais e na preparação de lingotes antes da laminação.

deformação, tornando-se, por isso, mais dúctil e apto para voltar a ser trabalhado (CODINA, 2000). No entanto para algumas peças é necessário conservar a dureza do metal. Assim, para os fechos, ganchos de brincos, e outros sistemas que precisam da pressão da liga, a solda a laser seria ideal. Como o calor é intenso e focado, não se dissemina pela peça, ficando restrito ao ponto de união. Desta forma é possível finalizar uma superfície para por fim soldar os fios ou outra peça, sem perder a dureza do metal.

Por último, gostaríamos de destacar alguns aspectos que dizem respeito ao processo produtivo. Ajustar o tamanho da jóia ou reparar uma garra ficou muito mais simples. Não é necessário descravar a pedra para em seguida ao conserto, voltar a dar o acabamento na peça, algumas vezes implicando em empregar novamente o banho galvânico. Desse modo, em poucos segundos se altera o tamanho da peça ou se reconstitui uma cravação sem comprometer o acabamento, reduzindo, assim, os custos e tempo deste tipo de consertos para a indústria.



Foto 3 – John Galeano
Ouro, rubi, diamante e esmalte, 2008

Ainda no que diz respeito ao processo de fabricação temos como exemplo a joia da foto11, onde há camadas de diferentes materiais. Nesse caso temos uma primeira camada de cravação em pavê⁴⁷ de rubi (pétalas rosa), seguida de outra camada com pétalas de esmalte branco e, por fim, um diamante, onde a solução da montagem tradicional seria através do uso de um parafuso. Para a fixação das três camadas, onde uma dessas camadas não resiste a chama do maçarico – o esmalte não resistiria ao uso da fonte de calor provocada pela

⁴⁶ A trefilação consiste na passagem de um fio através de um orifício cônico. Assim como na laminação o metal é alongado em uma única direção, tem a área transversal diminuída e toma a forma do furo.

⁴⁷ Pavê é uma palavra de origem francesa, cujo significado é pavimentado. Esse é um tipo de Cravação onde há o preenchimento total da superfície com pedras.

operação da brasagem – o uso da solda a laser promove a alteração do processo de produção, com vantagens na abreviação do tempo e qualidade de execução. Nesse caso específico não há uma inovação na configuração da jóia, pois como foi dito, poderia ser executado utilizando-se outros recursos. No entanto, o processo de fabricação com a utilização da solda a laser fica mais simples e rápido. As camadas são feitas e acabadas separadamente, para no final ser soldadas.

Outro recurso que a solda laser permite é prender, ou melhor, fixar a peça com pontos de união para, em seguida, executar a brasagem. Dito de outra maneira, algumas peças necessitam ser amarradas com fio de ferro para passar pelo processo de montagem, que por sua vez implica na brasagem. Essa operação é necessária para evitar que o metal expanda, isto é, prende-se as partes que devem ser unidas para que o calor não as separe. O metal, após sofrer um trabalho mecânico está tensionado, ao receber calor, relaxa e perde essa tensão que foi criada pelo trabalho. Desse modo, para evitar que o metal ceda, ao invés de usar o fio de ferro para amarrar a peça, fixa-se alguns pontos com a solda a laser para em seguida passar para montagem da peça pelo processo tradicional. Essa é uma forma de reduzir o tempo de produção.

Após elencar algumas vantagens que a tecnologia pode promover para produção de jóias, mostraremos alguns trabalhos com aplicação desse recurso. Iniciaremos mostrando o trabalho do joalheiro Tom Rucker, que é um exemplo do bom aproveitamento que a tecnologia pode oferecer. Ele, que é a quarta geração de uma família bem sucedida de joalheiros, conhece as técnicas tradicionais, assim como os metais nobres, daí ter escolhido a platina para explorar com a solda a laser.⁴⁸ A escolha pela platina se deve à facilidade na aplicação dessa tecnologia, uma vez que este elemento apresenta os melhores parâmetros para a soldagem a laser. Ao mesmo tempo, o preço da platina costuma ser bem mais alto que o ouro, por vezes chega a ser o dobro do ouro, no entanto atualmente esse valor caiu e o quilo está cotado em US\$ 38 484,44⁴⁹, contra US\$ 30 179,91⁵⁰ do quilo do ouro. Assim, criar peças com redução do peso foi um aspecto importante a ser considerado, levando-o a explorar uma técnica que permitisse criar volume e que fossem leves.

⁴⁸ Disponível em <http://www.rucker-platin.de> Acesso em 12 de junho de 2009.

⁴⁹ Disponível em <http://platinumprice.org/platinum-price-per-kilo.html> Acesso em 26 de junho de 2009.

⁵⁰ Disponível em <http://goldprice.org/gold-price-per-kilo.html> Acesso em 26 de junho de 2009.

Ainda com relação ao preço do metal, dois outros aspectos contribuem para elevar o preço de uma peça de platina; a primeira diz respeito ao peso específico, que na platina 950 é 21, 2 e do ouro 750 é de 19,3; teores usados na fabricação de joias. Isso significa que se confeccionarmos o mesmo modelo de aliança em platina e outra em ouro, a primeira fica cerca de 30% mais pesada que a de ouro, o que encarece o produto final. O segundo aspecto é a quantidade de outros metais que se utiliza em cada um das ligas: a platina 950 tem um acréscimo de 5% de liga enquanto o ouro 750 tem 25% de liga⁵¹. Dito de outra maneira, uma aliança de platina pesa mais e leva proporcionalmente mais metal puro que a mesma aliança de ouro. De forma que, a preocupação do joalheiro Tom Rucker em reduzir o peso das peças foi decisivo para torná-las talvez mais comerciais. Para isso, desenvolveu uma técnica através da construção de uma rede a partir de finos fios (0,2mm de espessura), obrigando o uso de uma liga de platina que fosse forte. Forte para suportar o uso diário e não sofrer deformação. Possivelmente a liga que usou na platina foi o irídio, pois conforme ele informa, foi desenvolvida especialmente para dar resistência ao ser usada com essa técnica, e o irídio possui essa característica. É uma liga com 95% de platina e o restante de outros metais a fim de proporcionar a dureza necessária.⁵²

O objeto de inspiração de Tom Rucker foi o trabalho do arquiteto americano Richard Buckminster Fuller (1895–1983) e sua gigante cúpula, Geodesic Dome para a exposição mundial em Montreal em 1967, Tom Rucker desenvolveu sua intrincada técnica de solda a laser chamada GEO 2. Durante os últimos 13 anos vem aperfeiçoado essa técnica que consiste em fazer um molde com a forma desejada, para em seguida aplicar o fio de platina com a utilização da solda a laser. Assim, a partir de um fino fio de platina, com 0,2 mm de espessura, ele executa a solda sobre um corpo que representa a forma final, e para cada união, são necessários múltiplos disparos da solda a laser. Toda a

⁵¹ RUTHNER, Rudolf. Entrevista concedida à Ana Videla, realizada por telefone em junho de 2009.

⁵² Experimentamos alguns metais com a máquina de solda a laser que está na Escola de Joalheria do SENAI-RJ. Nos experimentos que realizamos com a platina usamos a liga de cobre, observamos que é um dos metais mais adequados para trabalhar com essa tecnologia, pois solda muito facilmente. A platina se destacou pela facilidade na operação. Nas operações com maçarico não usamos solda de platina, ela é unida com própria platina, laminada até espessuras de 0,2 ou 0,3mm, de modo que não é utilizado um metal com ponto de fusão inferior. Como o ponto de fusão da platina é muito alto, 1768°C, se utiliza maçaricos oxi-hidrogênio ou similares para se conseguir a fusão desse metal.

estrutura e a união com o laser é tão fina e delicada que todo o trabalho deve ser executado com a utilização de um microscópio.

Após a execução das soldas é a vez de dissolver o molde, para então revelar a estrutura oca. Algumas peças, como anéis, foto 12, precisam ter um reforço extra, os fios são unidos formando duas camadas, acrescentando, assim, mais fios com a tecnologia a laser. A combinação dos fios não é arbitrária, o modelo de cada união segue um intrincado sistema. Portanto, os ângulos de união, bem como o modelo e dimensão de cada segmento representa uma parte importante a fim de obter o resultado pretendido.



Foto 4 – GEO.WIRED MOON men's, Tom Rucker,
Platina 950 e diamante branco e azul, 2007

Após o término do processo de soldagem, algumas peças precisam ser submetidas a um processo de endurecimento térmico com intuito de alcançar o máximo de resistência possível. É uma média de 4500 tiros de solda a laser por uma área de 2,5 cm², de forma a obter uma estrutura forte o suficiente para facilmente suportar o uso diário normal.

Tom Rucker já recebeu vários prêmios, entre os quais o DIA, Design Innovation Award, em 2007 e 2008 por ter alcançado um design inovador através da utilização da tecnologia a laser, denominada por ele como GEO.2. Técnica que explora com o intuito de oferecer um novo produto à sua tradicional oferta de jóias comercial.



Foto 5 – CAGE.2, Tom Rucker,
Platina e Safira, 2006



Foto 6 – Supernova, Tom Rucker,
Platina 950 Ouro 750 e Diamantes, 2007

A jóia de Tom Rucker, foto14, ganhou dois prêmios na área de Inovação Tecnológica. A peça foi inspirada por uma supernova, uma gigantesca explosão estelar que marca a morte de um planeta e o início de uma nova vida. O anel foi confeccionado em ouro 750, platina 950, diamantes amarelos e um diamante branco. O elemento central do anel é móvel, está solto. Os oito fios de platina que fixam o diamante foram soldados a laser e com o movimento a reflexão do diamante é amplificada.

Podemos observar que ao conceber as joias reunindo o conhecimento das técnicas tradicionais da ourivesaria com a tecnologia de solda a laser, Tom Rucker, tem a oportunidade inovar o design de joias, ou seja, ele incorpora a tecnologia para explorar o metal, de uso tradicional da empresa, para assim criar um produto com uma nova configuração.



Foto 7 – GEO.2 Spheres, Tom Rucker,
Platina, ouro 750 e diamante, 2006

O trabalho de alguns designers podem ser modelos e, ao mesmo tempo, inspiradores para a indústria joalheira. David Poston tem um trabalho que explora a tecnologia da solda a laser com materiais menos utilizados pelo setor joalheiro, como é o caso da liga de estanho. A sua compreensão da joalheria reforça a idéia de uma relação física e emocional entre o usuário e a sua jóia. Em outras palavras, sua preocupação era tanto com a experiência tátil do usuário, quanto com o aspecto visual de suas jóias e não com ostentação ornamental. A dificuldade do público em compreender essa abordagem o fez enveredar por outros campos. Durante 20 anos, da década de 80 ao início dos anos dois mil, se dedicou à pesquisa e concluiu o doutorado em filosofia. Como atualmente ele atua como consultor e designer, com trabalhos, inclusive, na área do eco-design, têm a liberdade de experimentar a tecnologia da solda a laser em outros materiais.



Foto 8 – David Poston, Pulseira: Well.well, well 2004,
liga de estanho



Foto 9 – David Poston, Pulseira: Cyprus 2003, tins

As pulseiras das fotos 16 e 17 foram executadas, supostamente com a nossa folha de flandres, liga metálica utilizada nas latas de bebidas ou alimentos. Poston, mais recentemente, associou seu trabalho com eco-design para criar jóias a partir da tecnologia da solda a laser. Mas já havia experimentado essa tecnologia com o titânio e ouro, com resultados surpreendentes. Explorou amplamente o titânio forjado quente, descobrindo a cor cinzenta a partir do metal oxidado. A esse trabalho acrescentou detalhes em ouro puro e aço inoxidável. Metais que como veremos adiante, são ideais para utilização da tecnologia a laser. Voltou a criar jóias depois de vinte anos atuando em outras áreas, a solda a laser permitiu desfrutar e explorar a natureza destes materiais, pois permite fazer peças que combinam e que contrastam o titânio e aço com ouro puro.⁵³



Foto 10 – David Poston,
Pulseira: Rofin-Baasel” 2002 / Collection of: Rofin Baasel,
Ouro branco

A peça da foto 18 foi executada em ouro branco 750, com chapa de 0,3mm de espessura. Como o ouro depois de ligado⁵⁴, principalmente o ouro branco é

⁵³ Disponível em <http://www.reflectionandrefraction.co.uk/poston.html> Acesso em 31 maio de 2009.

⁵⁴ O ouro ligado é o metal que foi fundido com outros metais para formar a liga que se pretende trabalhar. A composição da liga vai variar consoante o projeto. Em outras

mais duro, foi possível executar essa pulseira com uma espessura de chapa tão fina. A peça ficou com o peso de 88gm.

Como o calor do laser é muito localizado, a solda pode ser realizada junto aos materiais sensíveis ao calor, como: madeira, plástico, pedras preciosas, pérolas ou molas. Também permite soldar teias ou malhas como o exemplo da foto18, onde os pontos de união estão muito próximos uns dos outros. Em suma, os disparos da solda podem ser feitos em fios tão finos como 0,1mm e, ao mesmo tempo, muito próximos, sem comprometer as soldas contíguas.

A peça da foto 20 fez parte dos experimentos realizados na Escola de Joalheria do SENAI-RJ. É um projeto de dois alunos dessa Escola, cuja idéia era usar o titânio para emoldurar imagens impressas no tecido. Tínhamos algumas opções de execução, muito embora nenhuma delas oferecesse um resultado tão satisfatório, sem contar que não havia a opção da brasagem, visto que não funciona para o titânio. De forma que, se os autores tivessem optado pelo rebite, que era uma das alternativas, o acabamento não seria tão preciso, pois por ser feito a mão o resultado é mais irregular. Na foto19 temos os registros da montagem da jóia. Inicialmente iríamos usar apenas duas chapas, ou seja, faríamos um sanduíche com o tecido, onde teríamos a chapa do fundo e a da frente, mas percebemos que não iria funcionar. Para a solda funcionar as partes a serem unidas precisam ter contato, e o tecido ao meio criava um intervalo entre as duas chapas. Após alguns testes para identificar a melhor maneira de construir os quadros, optamos em acrescentar um terceiro elemento de metal. Assim, ficamos com a chapa do fundo e mais duas molduras, foi a solução encontrada para preencher o espaço criado pelo tecido. Portanto, a solda a laser permitiu unir os metais junto com tecido, criando elementos limpos e com um bom acabamento.

Para tanto, a realização de uma peça que contasse a história do Theatro Municipal através das imagens, como se fosse um álbum de fotografia, foi possível através de uma tecnologia que não comprometesse o tecido e de um metal como o titânio que oferece a dureza e leveza para ser adotado com abundância, sem ficar pesado.

palavras, se houver a necessidade que o metal seja mais duro, pode-se ligá-lo com níquel, para formar a liga de ouro branco. Já existe no mercado as ligas prontas.

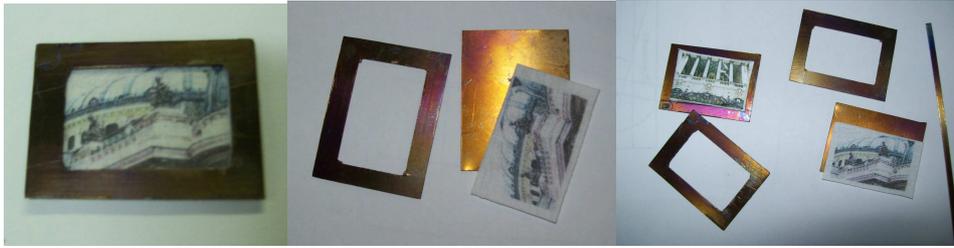


Foto 11 – Fase de execução da peça em titânio e tecido com impressão fotográfica. Visita Virtual, Daniel Mattos e Geanna Pollazon, 2009. Titânio, linha tecido com impressão fotográfica



Foto 12 – Daniel Mattos e Geanna Pollazon, Visita Virtual. 2009
Titânio, linha tecido com impressão fotográfica

A tecnologia da solda a laser pode dar uma grande contribuição no desenvolvimento de novas ou diferentes formas de cravação. Justamente por comportar a soldagem próxima das gemas e por permitir a alteração do processo de produtivo, talvez seja possível promover a inovação no formato da joia. Em outras palavras, o fato de podermos cravar antes do processo de montagem, pode permitir a inovação no feitio da peça. As gemas podem ficar mais reveladas, isto é, o metal utilizado na cravação deverá ocultar o mínimo de material possível, além de criar soluções para cravações mais difíceis. Através das técnicas convencionais, a dificuldade da cravação sobre a cintura, conhecida também como rodízio, da gema é sempre associada à carga mecânica mais ou menos pesada sobre a pedra preciosa. Cantos quadrados ou formas com bordas pontudas são extremamente vulneráveis às fissuras. Novos tipos de configurações poderiam ser desenvolvidos para manter a pedra fixa, com

segurança, entre duas chapas.⁵⁵ A tecnologia a laser pode ser usada na cravação de formas complexas sem esconder grandes áreas das gemas. Enfim, algumas construções poderiam deixar a parte traseira da pedra completamente livre permitindo um novo e transparente design de jóias, em especial para as grandes pedras.

Em seguida veremos alguns casos de cravação onde foi adotado o laser.



Foto 13 – Tobias Teigelkötter,
Exemplos do site da Rofin-Baasel⁵⁶
Platina 950, safira e água marinha

Na foto21 a cravação da água marinha contou com dois pontos de apoio; de um lado foi fixada na virola, com uma safira já cravada, e, no outro extremo, uma chapa angulada de platina foi soldada por cima da gema, desta forma, fixando-a solidamente.

⁵⁵ Em alguns trabalhos, inclusive no meu trabalho pessoal, a opção para a fixação das gemas e pérolas podem ser feitas por meio de rebites, assim através de um “sanduíche” com duas fitas de metal, uma na base da pedra e outra na sua parte superior, é possível prender a pedra preciosa ou pérola sem a utilização do calor. Assim, sem a adoção da solda a laser, a fixação pode ser realizada por meio de rebite.

⁵⁶ Rofin-Baasel é a fabricante dos equipamentos para a indústria joalheira com a tecnologia a laser. Disponível em <http://www.rofin.com> Acesso em 26 de junho de 2009.



Foto 14 – Tobias Teigelkötter
Exemplos do site da Rofin-Baasel⁵⁷
Platina 950, safira e água marinha.

A construção da peça da foto 22 foi feita com duas chapas de metal adaptado para a parte superior e inferior do rondígio⁵⁸ da gema. De um lado, fios finos foram soldados para manter uma distância regular em todo contorno, permitindo assim um pouco de distância entre as duas chapas de metal e, desta forma, criando um aspecto mais leve. As duas chapas foram soldadas a laser nas duas barras, reduzindo assim a distância e tornando mais fácil limpeza.

Para o desenvolvimento de novos produtos o estado da arte das ferramentas da indústria joalheira pode contribuir para a inovação no design de jóia. Talvez a contribuição da tecnologia a laser seja encontrar soluções para uma série de aplicações, algumas listadas nesse capítulo.

⁵⁷ Rofin-Baasel é a fabricante dos equipamentos para a indústria joalheira com a tecnologia a laser. Disponível em <http://www.rofin.com> Acesso em 26 de junho de 2009.

⁵⁸ Cintura da gema. A lapidação facetada é composta por três partes; a mesa, topo da pedra; rondígio, ou cintura e por último o pavilhão, que é sua parte inferior.