



belas-artes  
ulisboa

## **ENCONTROS ENTRE A TRANSPARÊNCIA E A OPACIDADE**

**Maria Cristina Pato Mendes de Magalhães Saraiva Mendes**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Arte e Ciência do Vidro

Setembro 2017

### **Orientadores**

Doutora Andreia Ruivo (PhD Química sustentável)

Doutor Richard Meitner (Professor convidado na Unidade de Investigação de Vidro e Cerâmica para as Artes)

## **ENCONTROS ENTRE A TRANSPARÊNCIA E A OPACIDADE**

Copyright © Maria Cristina Pato M.M. Saraiva Mendes, Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa

### **Direitos de Cópia**

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

### **Copyright**

Faculdade de Ciências e Tecnologia and Universidade Nova de Lisboa have the perpetual right with no geographical boundaries, to archive and publish this dissertation through printed copies reproduced on paper or digital form or by any other means known or to be invented, and to make it public through scientific repositories and allow its copy and distribution for educational purposes or research, not commercial, as long as credit is given to the author and editor

## AGRADECIMENTOS

Agradeço o acompanhamento institucional da Unidade de Investigação de Vidro e Cerâmica para as Artes (Vicarte) e da Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

Agradeço reconhecidamente à coordenadora da Vicarte, Professora Dr<sup>a</sup> Márcia Vilarigues que me recebeu de forma acolhedora, sempre com palavras de estímulo e com uma sábia intuição para me dar os conselhos certos.

Agradecimento especial à orientadora desta minha tese, Professora Dr<sup>a</sup> Andreia Ruivo que de uma forma de inextinguível simpatia me acompanhou na parte científica deste projecto, aceitando todas as minhas dificuldades com as novas tecnologias! O seu contributo foi determinante para poder levar a bom termo este mestrado.

Ao Professor Dr. Richard Meitner conhecedor profundo da arte, que aceitou ser meu orientador artístico, o meu obrigada. Com poucas palavras e uma grande experiência, soube por vezes elogiar e outras exactamente onde criticar e intervir.

A todos os professores que de forma empenhada me foram transmitindo tantos novos conhecimentos em particular ao Professor Robert Wiley, por me ter ensinado preciosas técnicas que, tantas portas me abriram para a criação da arte no vidro. A ajuda que me prestou nas peças de sopro foi determinante para a concretização de peças idealizadas e conseguidas com total sucesso.

Agradeço à Atlantis o ter facultado o vidro de cristal para ser usado neste projecto.

Um agradecimento geral a todos que de qualquer forma me ajudaram e incentivaram a prosseguir na tentativa de conseguir o ambicioso objectivo a que me tinha proposto.

Amélie Girard, e Belén Uriel que de forma tão agradável lidavam com os meus deslises técnicos e me ajudaram com um forte contributo prático e organizacional. Foram as pessoas com quem mais trocava opiniões e aprendia. Também à Carissa, um obrigada.

por todas as orientações. A todos os meus colegas que sempre me deram uma ajuda nos momentos de aflição, fundamentalmente ao Paul, Alejo, Kwan, Bela e todos os outros que por terem concluído os mestrados desenvolvem agora actividades em outros locais.

Um especial agradecimento ao Sr. José Luís pela sua extrema amabilidade e disponibilidade. Óptimo companheiro nas longas horas que passámos juntos enquanto eu trabalhava no maçarico. À Sr<sup>a</sup> D. Cremilde pelos sucessivos empréstimos de canetas, e não só! Sempre disponível a colaborar com as minhas falhas.

Uma palavra de agradecimento à Professora Dr<sup>a</sup> Augusta pela agradável companhia que me fazia já fora de horas, quando as duas ainda estávamos na Vicarte.

À Sr<sup>a</sup> D. Ana Maria do Departamento de Cerâmica e Restauro (DCR) a quem devo a inscrição neste Mestrado. Com enorme simpatia e eficiência incentivou-me á inscrição e manteve durante estes dois anos um cerrado acompanhamento em termos burocráticos. Tudo tinha sempre solução!

Agradeço à minha sobrinha Mariana as traduções feitas contra- relógio!

Finalmente, e porque os últimos são os primeiros, quero um especial agradecimento ao meu marido, filhos e netos que aceitaram o meu “distanciamento” familiar durante os últimos dois anos, reconhecendo o meu entusiasmo na concretização deste Mestrado.

## RESUMO

Este projecto surgiu como um desafio na conjugação de duas áreas que sempre me interessaram. Ciência na parte profissional da minha vida e arte que sempre procurei acompanhar, desenvolvendo paralelamente trabalhos em pintura e cerâmica. Mas a beleza do vidro, a sua transparência e leveza foram para mim sempre um fascínio e um mistério. Características singulares que me assentam, me envolvem e me dão paz!

Surgira agora a oportunidade de me aproximar desse material, aprender vários aspectos que com ele se relacionam, e fascinar-me com a criação de peças que nunca pensei poder realizar.

Assim, abracei um novo desafio com a inscrição no Mestrado “Arte e Ciência do Vidro” na Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Sistema de ensino abrangente definido por um carácter internacional e uma prática e visão integrativas.

Comecei a debruçar-me na relação entre aspectos científicos e artísticos envolvidos no âmbito deste mestrado e, aos poucos fui ficando receptiva à linguagem, fui descobrindo onde se aproximam, e passei a acreditar num percurso que se entrelaça, num caminho que se perspectiva cada vez mais desenvolvido, integrado e promissor.

Interessou-me em particular a luz, a transparência, a opacidade, as sombras e os contrastes. Encontrar a opacidade no vidro fazendo várias experiências que me levassem a idealizar combinações e contrastes com a transparência foi o meu objectivo

Naturalmente focando este tema, desenvolvi um trabalho em estúdio realizando uma série de peças, algumas das quais apresento em exposição, parte integrante deste Mestrado em Arte e Ciência do Vidro. Temas difíceis e/ou polémicos são aqui abordados sem que tenha a pretensão de encontrar uma resposta. Mas a pesquisa que fiz foi muito enriquecedora e motivou-me fortemente continuar a aprofundar o mundo da arte e do conhecimento do vidro.

*“A Arte é feita para perturbar. A Ciência tranquiliza”* Braque, Georges

*“Even the old masters know that beauty can be disturbing, and disturbing is beautiful”* Fujishiro, Shige

Palavras chave: transparência, opacidade, contraste

## ABSTRACT

This project came about as a challenge in the combination of two areas that have always interested me. Science in my professional life, and art, that I have always sought to embrace by simultaneously developing works in painting and ceramics.

Glass has always been a passion to me. But the beauty of glass, its transparency and lightness have always fascinated me, also being a mystery. Specific characteristics that involve me and bring about peace!

Now I have had the opportunity to approach this material, to learn several aspects that relate to it and be fascinated with creating works that I never thought I would be able to produce.

I have therefore embraced a new challenge applying for the Master's program in Faculdade de Ciências e Tecnologia, in Universidade Nova de Lisboa.

I have started tackling the Artistic and Scientific aspects of this Master's program, and, day by day, I have become more receptive to this language and to the intertwining ways of these new roads.

I was particularly interested in light and shadows, the transparency and contrast with opacity. Pursuing opacity in glass through several experiments, synthesizing glasses of different compositions, and further comparing them with other transparent glasses, has been the first objective of this project.

Focusing on this goal I have developed studio work, creating a number of pieces that I am presenting in exhibition as an integral part of this Master Glass Art and Science. Difficult and/or controversial issues are addressed with no presumption of finding an answer.

Nevertheless, the research undertaken has been very enriching to me and it strongly motivates me to continue exploring the world of art while broadening my knowledge of glass.

*"Art is meant to disturb. Science reassures"* Braque, Georges

*"Even the old masters know that beauty can be disturbing, and disturbing is beautiful"* Fujishiro, Shige

Keywords: transparency, opacity, contrast

## ÍNDICE

RESUMO.....	Pág. iii
ABSTRACT .....	Pág. iv
ÍNDICE .....	Pág. v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	Pág. vi
ÍNDICE DE TABELAS.....	Pág. viii
INTRODUÇÃO.....	. Pág. 1
1. A celebração da arte na transparência e opacidade.....	Pág. 2
2. O vidro. Investigação feita em laboratório na criação de um vidro opaco.....	Pág. 7
2.1. Investigação laboratorial com vista à obtenção de um vidro opaco..	Pág. 9
2.1.1. Parte experimental.....	Pág. 9
2.1.2. Vidros produzidos.....	Pág.12
3. Técnicas de trabalho com vidro em estúdio e alguns fundamentos básicos de física.....	...Pág.18
4. A importância da iluminação, das sombras e do contraste na fruição de uma peça de arte.....	Pág. 23
5. Apresentação das peças seleccionadas .....	Pág. 25
CONCLUSÃO.....	Pág. 45
REFERÊNCIAS.....	Pág. 46
BIBLIOGRAFIA.....	Pág. 47

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 - Fotografias da revista Vogue.....	Pág.2
Fig. 2 - Ponte de vidro, no Parque de Zhanjiajie, China.....	Pág.3
Fig. 3 - Os pés de uma pessoa a andar no fundo transparente da piscina. Houston .....	Pág.3
Fig. 4 - Estação ferroviária do Oriente, Lisboa.....	Pág.3
Fig. 5 - Duas placas de madeira transparente.....	Pág.4
Fig. 6 - Vidros opacos tornados transparentes quando a corrente eléctrica é estabelecida.....	Pág.4
Fig. 7 - Trabalhos de Mary Shaffer.....	Pág.5
Fig. 8 - Pedro Barbeit "Anna´s Dungeon".....	Pág.5
Fig. 9 - Masayo Odahashi" in the wind" .....	Pág.5
Fig. 10 - Christina Bothwell "Soul of my soul" .....	Pág.5
Fig. 11 - Iñigo Manglane-Ovalle.....	Pág.6
Fig. 12 – Ben Young "Silence" .....	Pág.6
Fig. 13 – Ben Young "Anchored".....	Pág.6
Fig. 14 - Estrutura de um vidro com a rede desordenada (a) comparada com a da rede ordenada de um cristal (b).....	Pág.7
Fig. 15 - Trajecto dos raios luminosos incidentes num meio transparente.....	Pág.8
Fig. 16 - Moinho de bolas para moer vidro, as bolas que nele se introduzem e a peneira de rede fina para obtenção de pó de vidro.....	Pág.9
Fig. 17 - Misturadora de pós (TURBULAT2F) existente no laboratório da Vicarte...Pág.11	
Fig. 18 - Forno eléctrico de alta temperatura para a síntese dos vidros, existente no laboratório da Vicarte.....	Pág.11

Fig. 19 - Vidros silicatados soda cálcicos dopados com 5% ,10% e 15% de SnO <sub>2</sub> respectivamente. (Referenciados como vidro 1, vidro 2 e vidro 3 .....	Pág.12
Fig. 20 - Vidro 4 silicatado sodo-cálcico dopados com10% ZrO <sub>2</sub> e vidro 5 igualmente silicatado sodo-cálcico mas dopado agora com 5 % ZrO <sub>2</sub> e 9% ZnO.....	Pág.12
Fig. 21 - Vidro 6 e 7, vidro silicatado soda-cálcico dopado com 2,5% e 5% P <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , respectivamente. Os vidros 8 e 10 têm por base o vidro de chumbo também dopado com 5% P <sub>2</sub> O <sub>3</sub> tendo-se adicionado ao vidro 10, 0,5% de CuO. Igualmente dopado com 5% P <sub>2</sub> O <sub>3</sub> e 0,5% de CuO é o vidro 10, mas que tem como base o vidro silicatado sodo-cálcico. ....	Pág.13
Figura 22. Representação das coordenadas de cor a* e b* dos vidros silicatado sodo-cálcico e de chumbo com 5% P <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , vidros 7 e 8, respectivamente.....	Pág. 14
Fig. 23 - Produto solidificado dentro e fora do molde com a composição de 94,5% de vidro de chumbo 5% P <sub>2</sub> O <sub>3</sub> e 0,5% .....	Pág.15
Fig. 24 –Quando cortado o vidro mostrou o apresentou o aspecto que mostrava anteriormente.....	Pág.15
Fig. 25 - Duas metades do mesmo vidro em que se mostra o resultado de uma delas ter sido levada ao forno durante 1h a uma temperatura de 810°C (vidro da direita) .....	Pág.15
Fig. 26 - Cadinhos dos vidros A e B depois de vertidos os conteúdos numa placa de metal.....	Pág.16
Fig. 27 - Vidro A vertido do forno (a 1400° C) .....	Pág.16
Fig. 28 - Corte do vidro A com a serra.....	Pág.16
Fig. 29 - Vidro A já colocado no molde .....	Pág.16
Fig. 30 - Produtos finais transparente e opaco como se pretendia.....	Pág.17
Fig. 31 - Trabalhos experimentais realizados com o maçarico.....	Pág.18
Fig. 32 - Maçarico .....	Pág.18
Fig. 33 - Figura de um animal e de uma máquina de picar carne realizadas pelo método de moldagem por fusão.....	Pág.20
Fig. 34 - Sistema de vasos comunicantes que está na base de um processo de fusão em molde com mais do que uma cavidade ligadas entre si.....	Pág.20
Fig. 35 - Diagrama que ilustra a estabilidade de um objecto pousado.....	Pág.21
Fig. 36 - Retirando uma massa de vidro do forno fazendo o sopro usando uma cana, na Vicarte.....	Pág.21
Fig. 37 - Imagem duma cornua a ser utilizada na Vicarte .....	Pág.21

Fig. 38 - Polidora .....Pág.22

Fig. 39 – Painel de discos de que a Vicarte dispõe com granulagem diferente.....Pág.22

Fig. 40 - Resultado de diferente iluminação nas mesmas peças.....Pág.23

Fig. 41- Vários caminhos da Terra (trabalho e fotografia da Autora).....Pág.27

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Percentagens de SnO<sub>2</sub>, de ZrO<sub>2</sub> e de ZnO (% m/m) com que foram dopados cada vidro silicatado soda-cálcico, mostrando-se em fotografia os vidros sintetizados.....Pág.9.

Tabela 2. Percentagens de ZnO de P<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e de CuO (% m/m) com que foram dopados os vidros silicatados sodo-cálcicos e os vidros de chumbo, mostrando-se os vidros sintetizados.....Pág.10.

Tabela 3. Valores da média e desvio padrão das coordenadas de cor Lab, para os vidros silicatado sodo-cálcico e de chumbo com 5% P<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, vidros 7 e 8, respectivamente.....Pág. 14.

# ENCONTROS ENTRE A TRANSPARÊNCIA E A OPACIDADE

## INTRODUÇÃO

Sobreviver numa sociedade complexa quanto a mim, leva-nos a trabalhar para objectivos externos e adiar gratificações imediatas. Parece-me que a solução é libertar-nos gradualmente de compensações sociais e aprender a substituí-las por compensações que dependam de nós. Devemos desenvolver um conjunto de objectivos nossos. Temos que ter a faculdade de encontrar compensações no que acontece a cada momento. Se uma pessoa aprende a desfrutar e a encontrar o próprio processo de viver, o peso dos controles sociais desaparece automaticamente. Já não é necessário lutar por objectivos que parecem sempre situar-se num futuro longínquo. Pensando na forma de estruturar este trabalho, reflecti nos aspectos que mais me agradam e mais me envolvem, querendo usufruí-los constantemente.

Entusiasma-me a natureza, a transparência e a luminosidade difusa da atmosfera, e a cor e transparência do mar! Tenho a sorte de poder ter estas vivências com frequência e poder usufruir da paz de espírito que me proporcionam. Aí começou a desenhar-se o meu processo criativo, perspectivando todo o tipo de desenvolvimentos artísticos talvez com alguma inconsciência, mas com uma grande concentração e ambição. A liberdade de pensamento conduz-me a uma liberdade de expressão que apenas sinto limitada pelos meios físicos, técnicos e/ou económicos!

A convivência entre a transparência e a opacidade é o objectivo deste trabalho. Peças criadas neste âmbito, numa procura de "Art Making" foi o sonho que procurei concretizar.

## 1. A celebração da arte na transparência e na opacidade.

*“Só é belo o que possui expressão artística”* Hegel, Georg W. F.<sup>1</sup>

A transparência, seja em que contexto for tem sempre a mesma essência. Estará o futuro das sociedades, na maior transparência nas relações institucionais, sociais, familiares ou privadas? Haverá capacidade para tal? É uma questão que a todos diz respeito. Talvez seja verdade que a opacidade nos é confortável. Por exemplo se nos sentássemos junto a uma parede, seria uma falsa segurança porquanto não sabemos o que está por trás. A opacidade ao mesmo tempo assusta pelo que incorpora, pela facilidade com que as pessoas se aproximam, pela protecção que dá ao desconhecido.

A transparência revela o escondido, abre, expõe, atravessa. Ameaça visualmente a massa ou matéria num caminhar para a desmaterialização. Campo aberto à construção de todo o tipo de pensamentos, projectos concretos ou ideológicos. Deixando passar informação, se ela existir, ela atravessa o meio e chega-nos quase intacta.

Então há que tirar partido desta tão particular característica quando estamos a referir-nos à transparência do ar, ou do vidro, ou de outros materiais.

A Transparência é celebrada em vários circuitos das nossas vidas. Na moda, cada vez mais se criam combinações fantásticas jogando transparências com os próprios corpos ou com tecidos opacos de grande beleza. O contraste realça, valoriza, promove as matérias têxteis, e confere um chamamento, uma atenção especial àqueles que se dedicam a este ramo partindo para novas criações, cada vez mais simples, ou mais complexas, mas certamente com um valor criativo acrescentado.



Fig.1. Fotografias da revista Vogue

A transparência do vidro interessa-me particularmente, pelas possibilidades técnicas, e estéticas que esse fantástico material proporciona em contraste com toda a opacidade que nos rodeia.

*“I try to capture the qualities of the “unseen” that express the sense of wonder that I feel in my daily existence. I am attached to glass because it offers an inner space and transmits light”* Bothwell, Christina<sup>2</sup>

São inúmeras as modernas aplicações do vidro alicerçadas nas novas tecnologias. Talvez as maiores e mais surpreendentes realizações que observamos são o resultado dessas novas tecnologias na engenharia e arquitectura, que todos os dias nos vão surpreendendo e deixando quase incrédulos.

A título de exemplo, a construção de uma ponte em vidro na China que atravessa um enorme vale (no parque Zhanjiajie), aberta ao público em 2016 (Fig. 2). A leveza da ponte, a transparência que possibilita os transeuntes se sentirem suspensos no ar, e o contraste com a montanha, fazem desta obra algo de surpreendentemente belo.

Como também, ainda no mesmo âmbito, em Houston (EUA), um edifício tem no topo uma piscina, com uma parte do fundo transparente, permitindo aos visitantes nadar enquanto observam as ruas movimentadas da cidade, a mais de 150 m de altura (Fig.3).



Fig. 2. Ponte de vidro, no Parque Zhanjiajie, China



Fig. 3. Os pés de uma pessoa a andar no fundo transparente da piscina, Houston

Em modernas construções, seja qual for o destino da sua utilização, a aplicação do vidro em contraste com estruturas de ferro, betão ou outro material, potencia uma enorme beleza. São verdadeiras peças de arte que dão luz e leveza ao local em que se inserem para além de uma enorme satisfação a quem as possa usufruir.



Fig. 4. Estação ferroviária do Oriente, Lisboa

Mas tudo está numa evolução extraordinária, e, por exemplo, a madeira tal como a conhecemos, pode ser substituída por madeira transparente, e num futuro próximo ser produzida à escala industrial. Investigadores suecos desenvolveram um projecto em que criaram madeira transparente! Por um processo químico removeram a lenhina, um componente natural da parede celular da madeira, tornando esta branca. O efeito da transparência é depois obtido através de tecnologias de manipulação em nano-escala.<sup>3</sup> As figuras 5 e 6 ilustram essa transparência.



Fig. 5. Duas placas de madeira transparente

Inversamente também o vidro transparente se pode tornar opaco com um simples carregar de um botão. É uma das muitas aplicações do vidro inteligente (smart glass). "Smart materials" é o nome que se atribui a materiais que podem alterar de forma reversível algumas características, tais como mudar de cor, e até de transparente para opaco.<sup>4</sup>

Nos vidros inteligentes, por ser uma transformação imediata, a técnica que mais se utiliza é aquela em que se aplica num vidro uma camada de cristal líquido revestida por um filme coberto com um material condutor. Quando a corrente eléctrica está ligada polariza e organiza as partículas do cristal líquido permitindo a passagem da luz, e o vidro fica transparente. Para o vidro ficar opaco, a corrente eléctrica é interrompida desorganizando as partículas do cristal líquido que se espalham em muitas direcções.

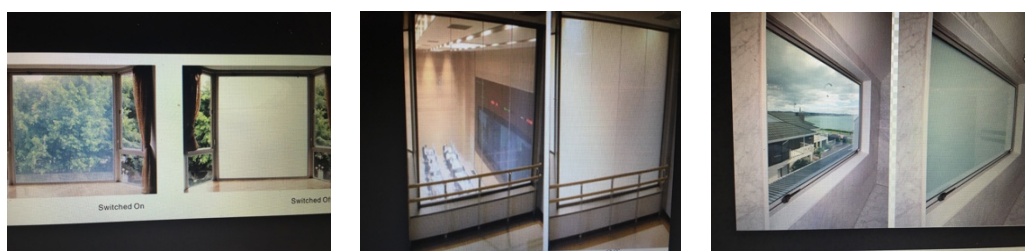


Fig.6. Vidros opacos tornados transparentes quando a corrente eléctrica é estabelecida<sup>5</sup>

Hoje em dia, que quase tudo é possível fazer com vidro, o vidro atingiu, de facto, um ponto em que a sua notável versatilidade já quase não nos deixa atónitos. Atingiu um ponto em que notamos mais a sua ausência do que a presença.

Mas para melhor enquadrar o meu trabalho, falando de peças de arte feitas em estúdio, exhibo aqui alguns trabalhos de vários artistas que me parecem bem representativos da presença da transparência em encontros com a opacidade.



Fig 7. Trabalhos de Mary Shaffer



Fig.9. Masayo Odahashi "in the wind"



Fig.8. Pedro Barbeito "Anna's Dungeon"<sup>6</sup>



Fig. 10. Christina Bothwell "Soul of my soul"



Fig.11. Iñigo Manglano-Ovalle <sup>7</sup>



Fig. 13. Ben Young "Anchored" <sup>8</sup>



Fig. 12. Ben Young "Silence" <sup>8</sup>

*"Glass is a wonderful material. Why? Because glass is alive.....it is still moving. It is connected with fire, it is connected with water, it is so natural. Glass is my life" Lino Tagliapietra*

## 2. O vidro. Investigação laboratorial com vista à obtenção de um vidro opaco

O que é o vidro? O que sabemos acerca dele? Como aparece? Procurei uma definição credível de J. E. Shelby:<sup>9</sup>

*“Um vidro pode ser definido com um sólido amorfo que não tem uma estrutura atômica periódica a longa distância e que apresenta uma região de comportamento de transformação vítrea”*

Na Fig. 14 observa-se a diferença entre a estrutura de um vidro e de um cristal. No vidro a estrutura interna não é ordenada a longa distância (a). Um cristal apresenta uma estrutura interna ordenada com arranjo regular, periódico dos átomos ou grupo de átomos que constituem determinada substância. (b)<sup>10</sup>

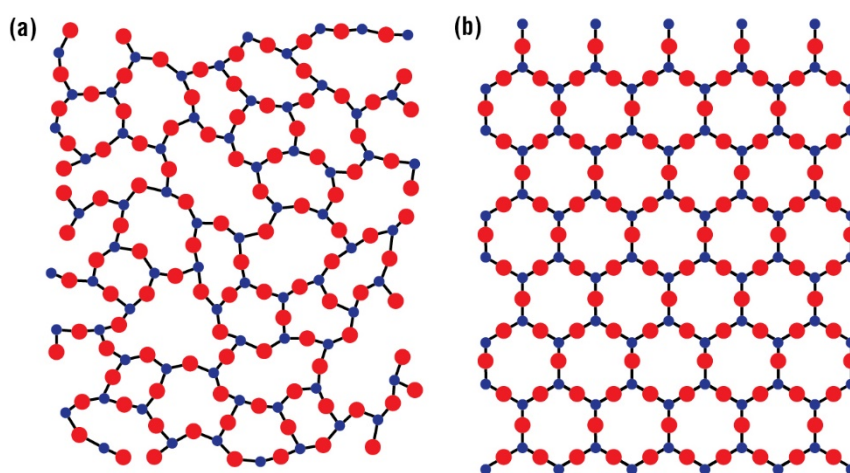


Fig. 14. Estrutura de um vidro com a rede desordenada (a) comparada com a da rede ordenada de um cristal (b)

O principal componente dos vidros é a sílica,  $\text{SiO}_2$ , proveniente das areias. A fabricação de um vidro de sílica requer temperaturas muito elevadas (da ordem dos  $1700^\circ\text{C}$ ) o que tornaria o processo de fusão demasiado dispendioso. A fim de baixar essa temperatura adiciona-se à sílica óxidos de sais de sódio e potássio, que actuam com fundentes. A estes juntam-se ainda quantidades variadas de outros componentes com funções muito específicas.<sup>11</sup>

As matérias primas utilizadas no fabrico do vidro costumam classificar-se nos quatro grupos seguintes: vitrificantes, fundentes, estabilizantes e componentes secundários. Os vitrificantes correspondem, em termos estruturais, aos óxidos formadores de rede, tais como  $\text{SiO}_2$  ou  $\text{B}_2\text{O}_3$ , e os fundentes aos óxidos modificadores de rede (e.g.  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Li}_2\text{O}$ ). Os estabilizantes são os óxidos que têm carácter intermédio, actuando como formadores ou como modificadores de rede (e.g.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  e  $\text{CaO}$ ). Entre os componentes secundários incluem-se os que se incorporam em proporções geralmente minoritárias, com fins específicos: afinantes, corantes, descolorantes, opacificantes. Como exemplos de colorantes refiro os óxidos de alguns metais (crómio, níquel, cobalto e cobre).<sup>11</sup>

O vidro silicatado sodo-cálcico, o vidro de chumbo (cristal Atlantis) e o borossilicato, são os mais comuns em termos comerciais pelas inúmeras aplicações. Borossilicato em material de laboratório e aparelhos de óptica. Vidro de chumbo em cristalaria e vidro silicatado sodo cálcico na construção civil nomeadamente janelas, frascos e garrafas correntes e objectos decorativos.

Conhecemos os vidros como geralmente transparentes, mas também como translúcidos ou opacos.

A percepção visual de um objecto baseia-se no conhecimento de fenómenos ópticos relacionados com a interferência da luz na superfície e na estrutura da matéria. São eles a reflexão, a absorção, a refração e a transmissão.<sup>12</sup> São estes fenómenos que conduzem à visão dos diferentes níveis de transparência ou opacidade de um objecto. Ao fazermos incidir um feixe de luz visível num vidro, se uma grande parte da luz é transmitida (Fig.15), o vidro é transparente.

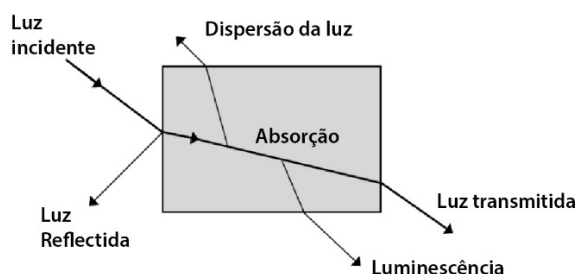


Fig. 15. Trajecto dos raios luminosos incidentes num meio transparente.

Há centenas de vidros, cada um com diferentes composições químicas que influenciam as suas propriedades físicas. Em geral são transparentes à luz visível, a comprimentos de onda maiores do que ca. 400nm e menores do que ca. 700 nm.<sup>13</sup>

A opacidade no vidro pode ser resultado da precipitação na fase de arrefecimento de compostos cristalinos ou coloidais os quais impedem a transmissão da luz.<sup>14</sup> Na literatura, há vários opacificantes, sendo mais comumente os óxidos de estanho, de titânio, de zinco, de zircónio e de cério.<sup>15</sup>

Faço referência, no entanto, à existência de esmaltes opacos que, uma vez aplicados podem levar a um efeito visual praticamente equivalente. Esmalte é uma tinta vítrea que pode ter diferentes composições e as cores resultantes dependem dos colorantes presentes durante o seu processo de fabricação. O esmalte tem um ponto de fusão inferior à temperatura de fusão do vidro de base em que é aplicado.<sup>16</sup> Com recurso a esmaltes torna-se então fácil aproximarmo-nos da opacidade.

Tendo como objectivo a comparação entre vidros transparentes e opacos produzi vários tipos de vidros.

## 2.1. Investigação laboratorial com vista à obtenção de um vidro opaco

Empenhada em estabelecer comparações entre vidros opacos e transparentes de diferentes composições foram realizadas algumas sínteses. Continuando na experimentação laboratorial interessei-me particularmente na obtenção de um vidro opaco Este vidro teria que ter características tais que possibilitassem a sua aplicação na criação de peças artísticas, recorrendo fundamentalmente à utilização de moldes para lhes dar forma pelo método da fusão.

### 2.1.1. Parte experimental

Foram utilizados para base dos vidros que pretendia sintetizar, o vidro silicatado sodo-cálcico e o vidro de chumbo normalmente chamado vidro cristal (Atlantis). Ambos os vidros foram moídos num moinho de bolas. Através do movimento rotativo do moinho, as bolas vão pulverizando o vidro, por impacto e abrasão.<sup>17</sup> Depois de retirado do moinho, o vidro foi peneirado, para se obter pó de vidro (Fig.16).



Fig.16. Moinho de bolas para moer vidro, as bolas que nele se introduzem e a peneira de rede fina para obtenção de pó de vidro.

A Tabela 1 e Tabela 2 referem-se à composição de diferentes amostras em percentagem mássica, com o objectivo de obter vidros opacos.

Foram utilizadas como matérias primas  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{ZnO}$  e  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

Na Tabela 1 registaram-se as percentagens de vidro silicatado sodo-cálcico dopado com  $\text{SnO}_2$ , ou  $\text{ZrO}_2$  e/ou  $\text{ZnO}$ . Na Tabela 2 registam-se as diferentes percentagens de óxido de fósforo utilizando os mesmos vidros referidos na Tabela 1. Nos vidros 9, 10 e 11 juntou-se à mistura 0,5 % de  $\text{CuO}$  para conferir aos vidros uma coloração azul.

Tabela 1. Percentagens mássicas de SnO<sub>2</sub>, de ZrO<sub>2</sub> e de ZnO com que foram dopados cada vidro silicatado sodo-cálcico, mostrando-se em fotografia os vidros sintetizados.












Amostra	Vidro Silicatado Sodo-cálcico	SnO <sub>2</sub>	ZrO <sub>2</sub>	ZnO	
1	95%	5%			
2	90%	10%			
3	85%	15%			
4	90%		10%		
5	86%		5%	9%	

Tabela 2. Percentagens mássicas de ZnO, P<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e CuO com que foram dopados os vidros silicatados sodo-cálcicos e os vidros de chumbo, mostrando-se os vidros sintetizados.

Amostra	Vidro Silicatado Sodo-cálcico	Vidro de Chumbo	ZnO	P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CuO	
6	97,5%			2,5%		
7	95%			5%		
8		95%		5%		
9	94,5%			5%	0,5%	
10		94,5%		5%	0,5%	
11		97,1%	1,1 %	1,8%	0,5%	

Prepararam-se as misturas que foram depois colocadas em frascos de plástico de polietileno (Kartell). Esses frascos são colocados durante 1h na misturadora de pós TURBULA T2F (Fig. 17), com vista a uma maior homogeneização dos componentes.

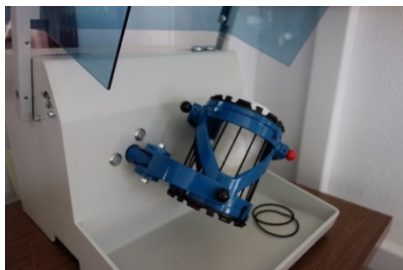


Fig. 17. Misturadora de pós (TURBULA T2F) existente no laboratório da Vicarte

As misturas foram depois colocadas em cadinhos de cerâmica, para serem submetidas a altas temperaturas com vista à síntese dos vidros em teste. Colocam-se então no forno elétrico (Fig. 18). O forno foi programado para que a temperatura suba numa rampa de 6 °C / min até aos 1400 °C permanecendo depois a essa temperatura durante 3h. Decorridas as 3 horas, os cadinhos foram retirados (com pinças de cadinhos) e os conteúdos vertidos em placa de metal (Vidros 1, 2 e 11). Os restantes vidros arrefeceram por si até à temperatura ambiente no forno eléctrico.



Fig.18 Forno eléctrico de alta temperatura para a síntese dos vidros, existente no laboratório da Vicarte

Os vidros que foram vertidos foram colocados a recozer uma hora na temperatura de 500 °C para o vidro silicatado sodo-cálcico, e de 440 °C para o vidro de chumbo. O recozimento é sempre necessário para retirar as tensões nos vidros e se não o fizermos poderá acontecer que rache ou quebre mesmo.

Os vidros que não foram vertidos foram extraídos dos cadinhos por meio de cortes com serra eléctrica no laboratório.

### 2.1.2. Vidros Produzidos

Desenvolveram-se em laboratório várias sínteses de vidros para serem observados e comparados entre si como já foi referido. Foram então preparadas as seguintes composições, só utilizando vidro silicatado sodo-cálcico e óxido de estanho em diferentes percentagens. Utilizou-se o óxido de estanho,  $\text{SnO}_2$ , como opacificante (percentagens mássicas):

Vidro 1- vidro silicatado sodo- cálcico 95% + 5% de  $\text{SnO}_2$   
Vidro 2- vidro silicatado sodo- cálcico 90% + 10 % de  $\text{SnO}_2$   
Vidro 3- vidro silicatado sodo- cálcico 85% + 15 % de  $\text{SnO}_2$

Comparei os resultados das sínteses dos vidros 1, 2 e 3 (Fig. 19)

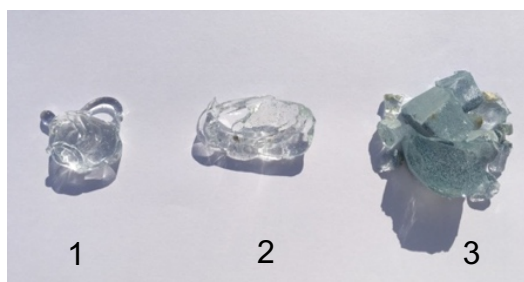


Fig. 19. Vidros silicatados sodo-cálcicos dopados com 5% ,10% e 15% de  $\text{SnO}_2$ , respectivamente. (Referenciados como vidro 1, vidro 2 e vidro 3).

Os vidros 1 e 2 são transparentes, incolores, e apresentam grande semelhança. Como não se estava a obter um vidro opaco aumentou-se a percentagem de  $\text{SnO}_2$ . Sabemos que o vidro mesmo com opacificante quando sai do forno a alta temperatura é transparente. Os cristais do opacificante formam-se ao arrefecer o vidro lentamente. Deste modo ao contrário do que foi feito nos vidros 1 e 2, no vidro 3 deixou-se arrefecer lentamente dentro do forno. Neste caso o vidro apresentou no seu interior um azul acinzentado, que se atribui não só a um aumento de 10% para 15% de  $\text{SnO}_2$  como também ao arrefecimento lento (Fig. 19).

Assim, após ter sido consultada uma tabela de fritas de vidrados opacos da FERRO, foram utilizados a título experimental, óxido de zircónio ( $\text{ZrO}_2$ ) e óxido de zinco ( $\text{ZnO}$ ), nela referidos.

Vidro 4 - vidro silicatado sodo-cálcico 90% + 10%  $\text{ZrO}_2$   
Vidro 5 - vidro silicatado sodo-cálcico 86% + 5%  $\text{ZrO}_2$  + 9%  $\text{ZnO}$

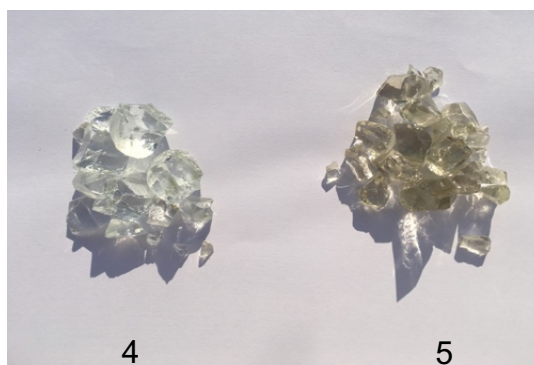


Fig.20. Vidro 4 silicatado sodo-cálcico dopados com 10%  $\text{ZrO}_2$  e vidro 5 igualmente silicatado sodo-cálcico mas dopado agora com 5%  $\text{ZrO}_2$  e 9%  $\text{ZnO}$ .

Não foi manifestada qualquer opacidade nestes vidros. O vidro 4, transparente, com brilho e incolor, enquanto o vidro 5, também transparente apresenta uma coloração amarela acastanhada.

Desta forma introduziu-se agora, nos vidros 6, 7, 8, 9 e 10 diferentes percentagens de trióxido de fósforo,  $P_2O_3$ , na expectativa de se encontrar opacidade.

Vidro 6 - vidro silicatado sodo-cálcico 97,5% + 2,5%  $P_2O_3$

Vidro 7 - vidro silicatado sodo-cálcico 95,0% + 5,0%  $P_2O_3$

Vidro 8 - vidro de chumbo 95,0% + 5,0%  $P_2O_3$

Vidro 9 - vidro silicatado sodo-cálcico 94,5% + 5,0%  $P_2O_3$  + 0,5% CuO

Vidro10 - vidro de chumbo 94,5% + 5,0%  $P_2O_3$  + 0,5% CuO

Quando se sintetizaram os vidros 6, 7, 8, 9 e 10 deixou-se a temperatura descer dos 1400 °C para a temperatura ambiente e só depois se retiraram os cadinhos do forno. Cortaram-se depois os cadinhos recorrendo a uma serra para retirar os vidros.

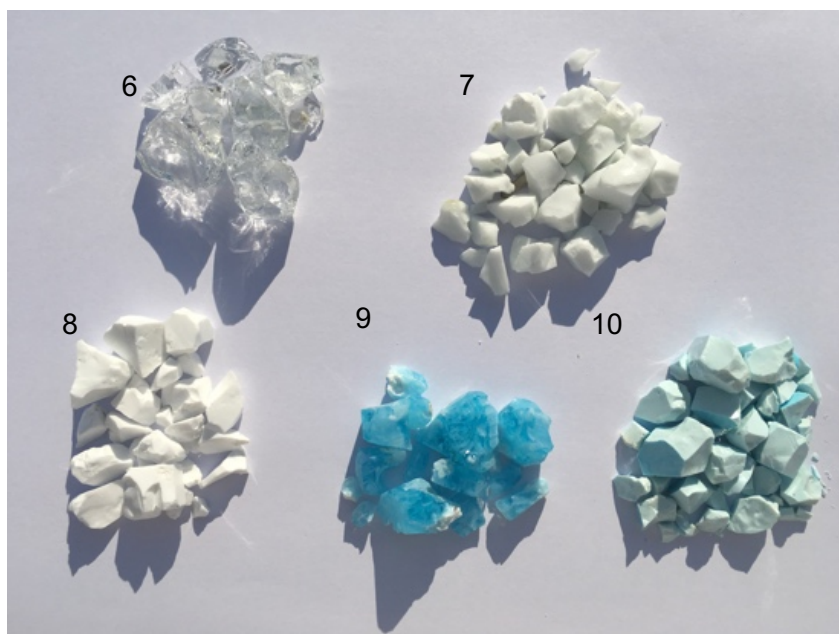


Fig. 21. Vidro 6 e 7, vidro silicatado sodo-cálcico dopado com 2,5% e 5%  $P_2O_3$ , respectivamente. Os vidros 8 e 10 têm por base o vidro de chumbo também dopado com 5%  $P_2O_3$  tendo-se adicionado ao vidro 10, 0,5% de CuO. Igualmente dopado com 5%  $P_2O_3$  e 0,5% de CuO é o vidro 9, mas que tem como base o vidro silicatado sodo-cálcico.

Comparando agora os vidros 6, 7, 8, 9 e 10 dopados com  $P_2O_3$ , constatou-se que 2,5 % de  $P_2O_3$  no vidro 6 silicatado sodo-cálcico não mostrava opacidade; obteve-se um vidro incolor transparente e com brilho assinalável (Fig. 21). Mas, novamente colocado no forno, a uma temperatura de 810 °C durante 1h tornou-se opaco, devido à cristalização do fosfato de cálcio.

Já o vidro 7, com 5% de  $P_2O_3$  apresentou uma opacidade total com um branco muito levemente acinzentado. Com os mesmos 5% de  $P_2O_3$ , mas agora com vidro de chumbo, (vidro 8) a opacidade manteve-se e o branco é agora muito puro. A ligeira diferença de tonalidade atribuiu-se ao diferente vidro de base. Determinou-se as coordenadas de cor Lab de ambos os vidros opacos brancos (Tabela 3 e Figura 22), onde  $L^*$  corresponde à luminosidade que varia do nível 0 (preto) ao 100 (branco), o eixo  $a^*$  varia de +a (vermelho) a -a (verde) e o eixo  $b^*$  varia de +b (amarelo) a -b (azul).<sup>18</sup>

Os vidros analisados apresentam uma ligeira diferença nos valores  $L^*$  mais elevados para o vidro de chumbo, e nas coordenadas  $a^*$  e  $b^*$  que são bastante próximas de 0 para a mesma amostra.

Tabela 3. Valores da média e desvio padrão das coordenadas de cor Lab, para os vidros silicatado sodo-cálcico e de chumbo com 5%  $P_2O_3$ , vidros 7 e 8, respectivamente.

Vidros	$L^*$	$a^*$	$b^*$
Vidro 7	$92.42 \pm 0.17$	$-1.27 \pm 0.03$	$-0.45 \pm 0.03$
Vidro 8	$97.20 \pm 0.02$	$-0.23 \pm 0.00$	$-0.10 \pm 0.01$

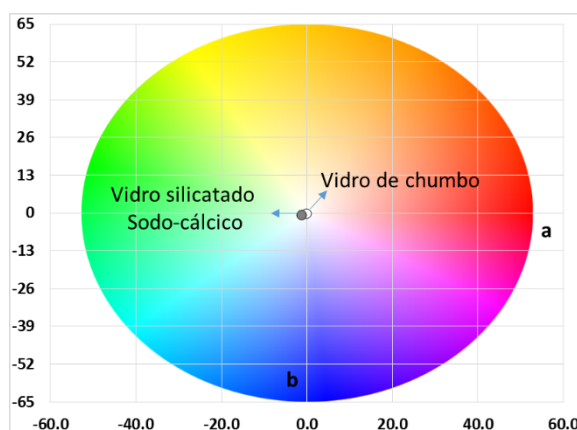


Figura 22. Representação das coordenadas de cor  $a^*$  e  $b^*$  dos vidros silicatado sodo-cálcico e de chumbo com 5%  $P_2O_3$ , vidros 7 e 8, respectivamente.

Para uma maior beleza e contraste aos vidros referenciados como 9 e 10, adicionou-se 0,5 % de óxido de cobre, que lhes conferiu uma cor azul turquesa Fig. 21.

No vidro 9 distinguem-se uns laivos dispersos mais escuros e opacos, mas no conjunto o vidro apresenta algum brilho e transparência.

O vidro 10, vidro de chumbo 94,5% + 5%  $P_2O_3$  + 0,5% CuO revelou-se opaco, homogéneo e com cor. Considerou-se que correspondia aos requisitos para desenvolver um trabalho, uma peça de arte como se pretendia.

Optou-se pelo vidro de chumbo como vidro base das composições a sintetizar dado que proporciona um vidro mais brilhante e, portanto, mais adequado ao meu projecto.

Assim produziu-se uma quantidade maior de vidro, 250 g de vidro de chumbo dopado com 5% de  $P_2O_3$  e 0,5% de CuO (vertido a  $1400^\circ$  para uma placa de metal) para se tentar depois uma peça por moldagem fusão (casting), da qual se havia feito um molde simples de um pequeno animal. Posteriormente foi levado ao forno à temperatura de  $850^\circ C$  e mantida num patamar de 30 min.

O resultado não correspondeu às expectativas. Faltou fluidez. O vidro não preencheu o molde, solidificou antes de se conseguir a forma pretendida. Ao que se julga terá sido a quantidade de  $P_2O_3$  demasiado elevada.

As figuras em baixo mostram o produto da síntese dentro do molde e fora do molde, Fig.23.

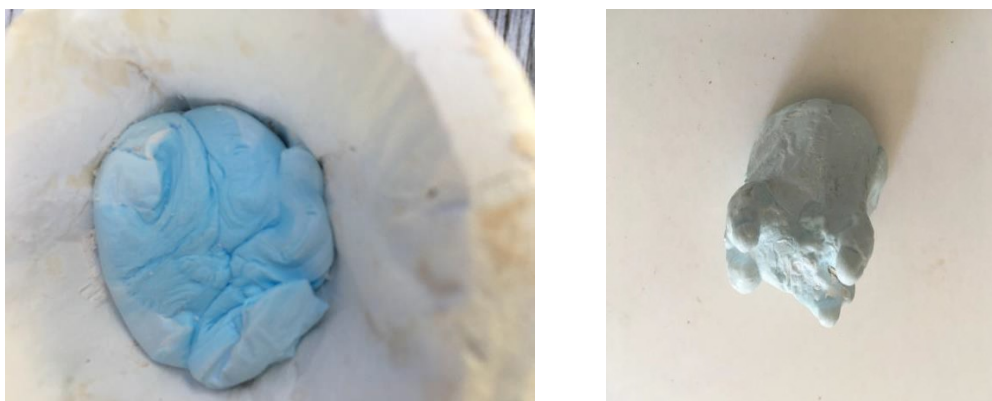


Fig. 23. Produto solidificado dentro e fora do molde com a composição 94,5 % vidro de chumbo 5%  $P_2O_3$  e 0,5%  $CuO$ .

Por estar cristalizado cortou-se ao meio, para se verificar a existência, ou não, de alguma heterogeneidade, ou seja, pequenos cristais visíveis a olho nu. Verificou-se a mesma homogeneidade do aspecto exterior.



Fig. 24. Quando cortado o vidro apresentou o aspecto que mostrava anteriormente

Foi então tentada uma outra composição em que se reduziu a percentagem de 5% de  $P_2O_3$  para 1,8%. A composição foi então 97,1% vidro de chumbo 1,1%  $ZnO$ , 1,8%  $P_2O_3$  e 0,5%  $CuO$ . Referenciado como vidro 11.

A prática e programa do forno foi a mesma que as anteriores. Retirou-se a  $1400^{\circ}C$  e verteu-se em placa de metal. Uma destas metades foi levada novamente ao forno durante meia hora a  $810^{\circ}C$  (com uma rampa de  $6^{\circ}/min$ ).

A opacidade foi conseguida e a fluidez foi maior, com ilustra a Fig. 25.



Fig. 25. Duas metades do mesmo vidro em que se mostra o resultado de uma delas ter sido novamente levada ao forno durante 1h a uma temperatura de  $810^{\circ}C$  (vidro da direita).

Dado que se observou, para além da opacidade, um alastrar indicativo de possibilitar o preenchimento de um molde, fez-se o mesmo vidro 11, mas em maior quantidade. Assim foram preparados 250g de cada um dos vidros que se seguem (A e B)  
-- 97,05% vidro de chumbo + 1,1% ZnO + 1,8% P<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 0,5%CuO **(A)**

Paralelamente, e para comparação, foi feito um vidro de chumbo apenas com 0,5 % CuO  
-- 99,5% vidro de chumbo + 0,5% CuO **(B)**



Fig. 26. Cadinhos dos vidros A e B depois de vertidos os conteúdos numa placa de metal



Fig. 27. Vidro A vertido do forno (a 1400° C)

Os vidros A e B foram a recozer durante 20 minutos e depois preparados (cortados) para serem introduzidos nos moldes (Fig. 28).



Fig. 28. Corte do vidro A com a serra



Fig. 29. Vidro A já colocado no molde

Programou-se então o forno para uma rampa de 6°/min para que a temperatura subisse até os 810° C, e fosse depois mantida nesse patamar durante 45 minutos. Deixou-se depois baixar até aos 440° C, onde permaneceu durante 20 minutos em patamar e deixou-se depois arrefecer naturalmente até á temperatura ambiente. Por fim, retirando do molde conseguiram-se as duas peças com os atributos e beleza espectáveis.



Fig. 30. Produtos finais transparente e opaco como se pretendia.

Foi conseguida a transparência e a opacidade desejadas como mostra a fotografia da Fig.30.

Houve moldagem em ambos os casos quer no vidro opaco quer no transparente.

Conclui-se, pois que é possível criar peças de cariz artístico com vidros opacificados com fósforo com a composição acima definida. É patente o contraste entre as duas peças. Uma bem transparente e a outra opaca. O aproveitamento deste contraste em peças de arte de maior dimensão pode ser bem explorado e é um válido contributo para artistas preocupados sempre em novos contrastes que enriqueçam as suas obras.

### 3. Técnicas de trabalho do vidro em estúdio. Alguns fundamentos básicos de Física

Importa agora fazer uma abordagem ao modo como se definem as linhas, volumes, e as formas das peças. Como surgem as obras acabadas. Assim, nos modernos estúdios de vidro usa-se uma grande variedade de técnicas para criação de trabalhos artísticos: maçarico, sopro, moldagem por fusão, fusão e trabalho à temperatura ambiente, como seja o corte. Depois de experimentar todas as técnicas, o meu trabalho foi desenvolvido maioritariamente com o maçarico e moldagem por fusão, embora apresente três peças também do sopro.

#### 3.1 O maçarico

O maçarico (fig. 32) deverá ser o sistema mais fácil e barato de montar num estúdio para trabalhar com vidro a quente. Requer montagem de garrafa de propano e oxigénio para poder alimentar e ajustar a chama do maçarico conforme as necessidades. Nas minhas experiências o vidro usado foi o borossilicato devido às suas propriedades: é mais resistente ao choque térmico (mais que o de cristal ou o silicatado sodo-cálcico) e aguenta altas temperaturas. No princípio há que ter em atenção o choque térmico.

Fundamental para se obterem os bons resultados desejados é ter um bom controlo de temperatura, saber lidar com a normal deformação causada pela força da gravidade enquanto trabalhamos, e ter ainda que atender à existência de forças centrífugas que surgem pelos movimentos de rotação que se vão praticando.

Conforme a temperatura vai aumentando, podemos dobrar, separar curvar e fundir para juntar ou separar duas ou mais partes. Temos que fazer escolhas a todo o momento. Impomos a nossa vontade para criarmos a peça que temos em mente. É um processo lento que requer paciência, domínio e rapidez de movimentos. Com cuidado, controlamos o desenvolver da peça.



Fig. 31. Trabalhos experimentais realizados com o maçarico

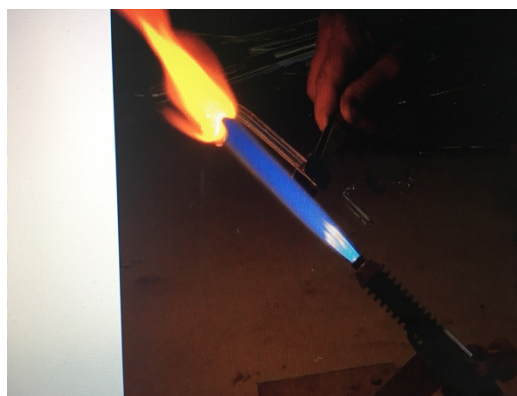


Fig. 32. Maçarico

É absolutamente necessário, enquanto se trabalha o uso de óculos de protecção, pela intensidade da luz e pela emissão de radiações infravermelhas e ultravioletas.

Finalmente há que fazer o recozimento para que a peça perca as tensões geradas pelas altas temperaturas a que o vidro é trabalhado.

### 3.2 Moldagem por fusão

A moldagem por fusão é uma técnica complexa em que se usam moldes a serem preenchidos com vidro fundido. É uma maneira diversa de lhe dar forma, estrutura interna, cor e textura.

Os moldes são criados misturando em água uma composição de 50% de sílica e 50% de gesso preparando-os assim para suportar as altas temperaturas que o vidro fundido atinge. Esta mistura de sílica e gesso sofre uma expansão e fica dura após 5 a 10 minutos.

Pela perigosidade que representa a inalação da sílica em pó é fundamental o uso de máscara anti-partículas enquanto se trabalha neste laboratório.

Falando nas técnicas de moldagem por fusão, podemos separar duas formas diferentes de usar os moldes: moldes abertos e moldes fechados. É mais fácil lidar com moldes abertos uma vez que o vidro é colocado directamente dentro do molde. Mas para peças maiores, mais altas, que requerem uma modelação à sua volta, temos que usar moldes fechados, normalmente juntando duas ou mais partes. Tem que se preparar um reservatório (da mesma composição do molde), que comporte o vidro a fundir, reservatório esse com uma pequena entrada para o interior, para que o vidro possa descer por gravidade.

Mas ainda há que ter em conta o ar que fica enclausurado dentro dos moldes e que tem dificuldade em sair com a entrada do vidro fundido. Constroem-se pequenos canais de ventilação para o exterior de forma a o libertar.

O método mais comum de utilizar um molde fechado é o chamado método de cera perdida. Outra forma habitual é recorrer ao uso de barro. Tanto a cera como o barro têm que ser completamente removidos do molde antes de se iniciar o processo do forno.

Em qualquer caso, para limitar o uso de vidro de forma a não haver desperdício, há que calcular as correctas quantidades a utilizar.

V - volume da peça (cm<sup>3</sup>)

d<sub>g</sub>- densidade do vidro (valores tabulados em g/cm<sup>3</sup>)

M<sub>g</sub>- massa do vidro(g)

A massa total do vidro necessário é então dada pela formula  $M_g = d_g \times V$

Para determinar V enchemos o molde com água e depois vertemos numa proveta graduada.

Uma vez tudo limpo e preparado para entrar no forno há então que o programar, em que uma primeira fase é destinada a secar bem o molde.

Há regras básicas e especificidades próprias estabelecidas pelo artista para atingir os melhores resultados. São inúmeros os programas possíveis. Como factores determinantes nessa programação entra por exemplo o volume do forno, a adequação da peça ao espaço do forno, a forma e o volume da peça o tipo de vidro e o resultado pretendido pelo autor.

Depois de terminado todo o processo programado no forno é sempre com grande expectativa que, percorrido o programa, se vê o resultado final da peça preparada com tanta dedicação e cuidado.

Na figura 33 podemos ver duas peças que elaborei moldadas por fusão com vidro silicatado sodo-cálcico usando o método de “cera perdida” e moldes fechados.



Fig. 33. Figura de um animal e de uma máquina de picar carne realizadas pelo método de moldagem por fusão

A forma como o vidro fundido se espalha no molde durante o processo de moldagem por fusão segue princípios conhecidos da Física, tais como a Força da Gravidade, e a Lei dos Vasos Comunicantes.

A gravidade é bem conhecida e lidamos com ela todos os dias. Quando funde, o vidro desce dentro do molde.

Molde ligados por alguns canais ou que comunicam por qualquer maneira, são preenchidos completamente até que todos atinjam o mesmo nível (Fig. 34)

O vidro fundido preenche todas as partes do molde e no final atinge o mesmo nível em toda a parte. As superfícies livres do vidro são horizontais. (Fig.34)

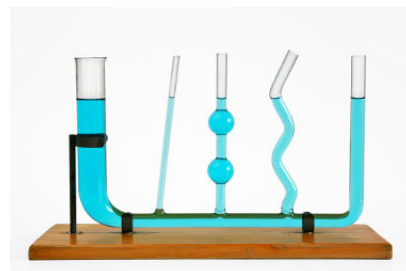


Fig.34. Sistema de vasos comunicantes que está na base de um processo de fusão em molde, com mais do que uma cavidade, ligadas entre si.

Criar peças artísticas implica também alguns conhecimentos de equilíbrio. A peça final pousada, tem que estar estável e segura.

Como se sabe, centro de gravidade é um ponto em que se concentra virtualmente todo o peso do corpo. Para que este fique apoiado em equilíbrio, a linha vertical que passa pelo centro de gravidade tem que recair sobre a base de sustentação. (Fig.35)

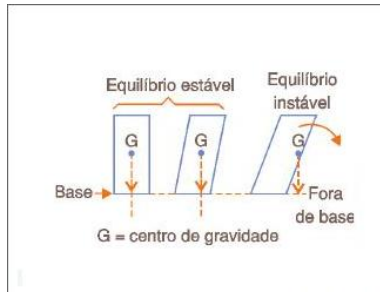


Fig. 35. Diagrama que ilustra a estabilidade de um objecto pousado

Ao conceber uma peça devemos ter sempre em atenção do modo como queremos que ela se apresente. Foi referida a preocupação de um corpo apoiado. Outras referências seriam necessárias para um corpo suspenso, direito ou inclinado, ou até para um conjunto de peças interligadas que se quer posicionadas de determinada maneira.

### 3.3 Moldagem por sopro

Usei ainda a técnica da moldagem por sopro no meu trabalho.

Na Vicarte existe um forno que se pretende manter permanentemente a 1180°C (Fig 35) e que se abastece com vidro silicatado sodo-cálcico. A quantidade de vidro que se pode retirar desse forno é limitada pelo que há que o recarregar repetidas vezes.

Neste mesmo estúdio existem duas cornuas, “glory holes”, Fig.36.



Fig.36. Retirando uma massa de vidro do forno e fazendo o sopro usando uma cana, na Vicarte



Fig 37. Imagem duma cornua a ser utilizada na Vicarte

Uma cornua é um recipiente com uma abertura frontal que é aquecido a partir de uma mistura de gás e ar obtendo-se uma temperatura muito elevada no seu interior. É usado para reaquecer um vidro moldado, em fase de progressão da peça em que o artista está a trabalhar.

No mesmo estúdio, para além das canas de sopro, a mesa, e muita ferramenta adequada, há um forno de onde se tira o vidro e outros para o imediato recozimento das peças.

Esta técnica do sopro requer um estúdio bem equipado e uma equipa muito treinada para se atingirem bons resultados. Há que ter sempre em conta a necessidade de acautelar a saída do ar retido em eventuais moldes, criando canais para o exterior.

Em termos da Física podemos afirmar que todos os princípios base estão subjacentes, dada a complexidade e variedade de todos os meios envolvidos.

Sem dúvida, quanto a mim, o sopro é a mais espectacular técnica de criação de peças artísticas!

### 3.4 Corte e Polimento

Outra técnica usada pelos artistas é o corte e o polimento feito na chamada “sala a frio” com equipamento para várias intervenções em que se trabalha à temperatura ambiente. Muitas peças de arte são exclusivamente desenvolvidas neste laboratório, sem necessidade de recorrer a qualquer processo de aquecimento.

Nas instalações da Vicarte há uma serra de corte (Fig. 28), diversas réguas e alicates várias pequenas máquinas, uma polidora maior (fig. 38) com vários discos de granulagem diferente (Fig.39), para fins diversos. Finalmente, para quem pretenda um polimento mais efectivo temos ainda dois discos de material especial podendo usar uma pequeníssima quantidade de pedra-pomes em pó e por fim óxido de cério.



Fig. 38. Polidora



Fig. 39. Painel de discos de que a Vicarte dispõe com granulagem diferente

Cuidado especial, tanto no corte como no polimento, é a introdução de água no sistema, de forma a arrefecer a zona de intervenção, para que, como resultado do grande aquecimento, a peça não venha a partir (Fig.38). A água evita ainda a inalação do pó de vidro resultante do trabalho.

Esta técnica possibilita a criação de peças com grandes contrastes recorrendo a vidros com transparências e opacidades muito variadas. Existe no mercado uma série de ofertas interessantes que podem, e são, exploradas pelos artistas.

A problemática do trabalho em vidro, métodos e técnicas de elaboração de peças é matéria tão vasta, com uma densidade de informação tal que não caberia no âmbito deste trabalho.

O que foi abordado será certamente um ponto de partida para, quem quer que seja, interessar-se e desenvolver este tema tão aliciante.

#### 4. A importância da iluminação e das sombras na fruição de uma peça de arte

Todos entendemos a necessidade da existência da luz nas nossas vidas (Já para não referir energia na sua generalidade). Precisamos de luz para ver! E para ver obras de arte melhor será que se lhe dedique maior atenção.

*“A iluminação tem uma enorme importância na interpretação visual de uma obra de arte. A luz tem possibilidades estéticas que aplicadas na iluminação expositiva permitem revelar a autenticidade da obra por uma melhor interpretação visual.”* Guedes, Carmina <sup>19</sup>

*“Iluminar é predispor à emoção estética”* Gonçalves, António <sup>20</sup>

*“A luz é mágica no sentido em que comanda a atenção, estabelece a atitude, enriquece o conjunto e cria composições. A iluminação efectiva de cada peça depende da combinação apropriada de iluminação geral e específica. Mas o espaço expositivo pode impor limitações. Há que balancear a iluminação geral com a eficiência que os spots de luz podem permitir”* Selden, James E. <sup>21</sup>

O objectivo é, portanto, criar uma iluminação ambiente quente, e de onde em onde reforçada com spots direccionados! A maneira como a luz direccionada incide num objecto muda a forma como o vemos. <sup>21</sup>

Nas figuras seleccionadas a seguir mostram-se algumas diferenças. <sup>22</sup> (Fig 40)



Fig. 40. Resultado de diferente iluminação nas mesmas peças. <sup>22</sup>

A luz está presente através da transparência do vidro. Cria uma relação com o que está por trás.

Um objecto transparente também tem sombra, embora ténue.

Num objecto opaco a sombra é nítida e bem definida sendo que a luminosidade nela presente é proporcional à opacidade do objecto que a provoca. Também, relativamente à distância da fonte luminosa ao objecto, quanto maior ela for, menor a sombra produzida.

*“Quando vejo as pessoas quero ver as suas atitudes sobre a vida. O vidro ajuda-me a encontrar essas transparências, mas eu não tento adivinhar. Pinto as sombras e as luzes se revelam”* Burns, Greg Mason

A nova vaga de curadores sabe muito bem lidar com a iluminação de uma maneira moderna. A forma, a matéria, a cor, e a textura são realçadas e permitem uma melhor interpretação visual. A sombra, ao criar um contraste visual, potencia ainda esses atributos, e valoriza a peça. Ela mantém os recortes da peça se a fonte for uma só fonte de luz. Mas, usando mais do que uma podem fazer-se interessantes jogos de sombras para um inovador resultado final.

O brilho está relacionado com a intensidade luminosa e é caracterizado por um reflexo intenso numa área restrita de uma superfície. Constitui uma percepção visual variável uma vez que depende do ângulo de observação. Ao expor o presente trabalho levo também isso em consideração. Diferentes planos de observação podem mostrar pequenos pormenores que por vezes passam despercebidos.

Considero que a música, tal como a iluminação, no espaço expositivo, pode enriquecer a fruição das peças, em que o contraste se pretende evidenciar. Foram, na exposição que realizei, escolhidas músicas de bailados de Trisha Brown e Pina Baush por conterem fortes sons contrastantes. Música de fundo distante, mas permanente, completam o acesso à abordagem perceptiva que se pretende.

## 5. Apresentação das peças realizadas

Apresentar o meu trabalho implica reflectir a forma como entendo a Arte, como a sinto, e como a penso na minha prática.

Tema tão antigo, tão falado e escrito ao longo dos tempos, definir Arte continua a ser polémico e controverso. Eu mesma sinto dificuldades em o fazer

*“Hoje em dia a ideia de definirmos Arte é tão remota que não acredito que alguém tenha coragem para o fazer”* Rosenblum, Robert

*“If you can't explain it simply you don't understand it well enough”* Einstein, Albert

Interrogo-me várias vezes:

Será que os meus trabalhos são arte?

Estarei a ser generosa comigo a pensar que sou artista?

Para mim Arte é a representação de alguma coisa que me prende a atenção, que me surpreende, que me interpela, que de alguma forma me agrada, que procuro reter. Uma obra de arte tem que me surpreender. Preferencialmente bela mas também consigo apreciar se for não bela, perturbante ou chocante. Em suma, a arte tem de me “estremecer”. Tem que se impor. Tem de exigir de mim uma presença mais prolongada para tentar sentir e entender a mensagem que certamente o autor quis transmitir. Tem que me transmitir enorme criatividade, uma forte inteligência no processo de criação. Não me canso de rever obras de arte, se não presencialmente, em fotografias ou vídeos. Fazem-me sempre reflectir com agrado e admiração. E é esse permanente reencontro que tantas vezes me leva a desenvolver uma ou outra ideia que poderá ser ponto de partida para tantas outras.

A minha experiência de vida, as minhas vivências, também elas constituem uma base de um fértil campo de imaginação. Fascina-me a natureza, que nunca acabará como fonte inesgotável para inspirar os artistas. Mas também a vida quotidiana me traz emoções várias, pelo que vejo, ouço e sinto à minha volta. Sou sensível ao belo. Sou crítica e exigente. Mas sou sobretudo lutadora para atingir os meus objectivos na concretização de uma obra que tenha em mente e me entusiasme.

A transparência do vidro foi sempre o meu fascínio, a minha procura, a minha paixão como já referi. O seu contraste com a opacidade, e o realce que proporciona foi a área em que me foquei e desenvolvi o meu trabalho.

Entendidas as inúmeras possibilidades que o vidro nos oferece, e os vários métodos de o transformar em peças que verdadeiramente dialoguem connosco, a minha escolha recaiu fundamentalmente em trabalhos no maçarico. Depois, a técnica de moldagem por fusão, o sopro, o corte e o polimento.

Pela impossibilidade de produzir em laboratório grandes quantidades de vidro opaco, perspectivei o meu trabalho artístico com outros materiais opacos que o substituíssem. Abracei então a possibilidade da união contrastante da delicada transparência do vidro com vários materiais como o barro, pedaços de troncos, metais, pedras e até o plástico.

De uma forma geral os constrangimentos de um passado muito racional que pautaram a minha vida foram ultrapassados. Adquiri uma liberdade que celebro no dia a dia e tento usufruir em plenitude, neste caso no desenvolver das minhas criações. Gosto de incluir nos meus trabalhos apontamentos de humor ou absurdos. Procuro um pequeno elemento, um apontamento, um toque de graça ou combino com uma peça desajustada no contexto. Gosto de perturbar procurando ir contra a previsibilidade dada como adquirida pela generalidade dos observadores. Procuro elementos contrastantes para melhor evidenciar as transparências. O contraste sinaliza a oposição acentuada entre duas ou mais coisas, quando comparadas, sendo que uma sobressai por entre as demais. É com base neste contraste, da maior ou menor violência da opacidade e a delicadeza da transparência, que vejo uma dinâmica especial nas peças que elaboro.

Quando estou a trabalhar o envolvimento é total. Não ouço nada nem ninguém. O tempo passa sem que dê por isso. Trabalho as minhas ideias, emoções, a criatividade e a liberdade. Improviso, corrijo, faço escolhas e tomo decisões. Embrenho-me completamente. Os elementos vão-se alicerçando e crescendo com um entusiasmo e uma dedicação surpreendentes até que, com mais ou menos brevidade, surge a obra que forçosamente tenho como bela, autêntica e única.

Esse foi o meu sentimento, a minha prática!

*"I try a different confluence of scientific knowledge and artistic sensibility"*  
DOCUMENTA 13 Catálogo

As peças selecionadas tiveram como critério de escolha a forma como vivi as ideias explicitadas sentimento que transportam, a agradabilidade sentida uma vez concluídas, e que traduzissem de alguma forma a variedade de trabalhos realizados nos laboratórios.

Uma peça tridimensional feita a maçarico começou a crescer. Potencialmente esférica, com muitos caminhos, alguns longos outros curtos, mas todos interligados. Imaginei a Terra com toda a sua complexidade, vários caminhos, mas uma só Humanidade.

O contraste com o preto da mesa do estúdio deu alma à peça, deu-lhe interior, mas com pouco conteúdo.

*“Numa obra de arte há presença na forma e presença dentro da forma” Fabre, Christine*



Fig. 41. Vários caminhos da Terra (Trabalho e fotografia da Autora)

Analisando o trabalho com o meu orientador surgiu a ideia desse interior ser preenchido comigo mesma, de forma a que a minha cabeça ficasse envolvida por toda aquela frágil estrutura. Também aí a fragilidade contrasta com a minha solidez física, e o conjunto resultou harmonioso e surpreendente.

Foram tiradas várias fotografias e selecionada aquela a que chamei “The red balloon”.



Peça1. The red baloon

*“Toda a fotografia é um certificado de presença.  
A foto imobiliza uma cena rápida do seu tempo decisivo. Aquilo que uma fotografia  
reproduz, nunca mais pode repetir-se existencialmente. Está carregada com uma  
contingência da qual o envelope é transparente e leve”* <sup>23</sup>



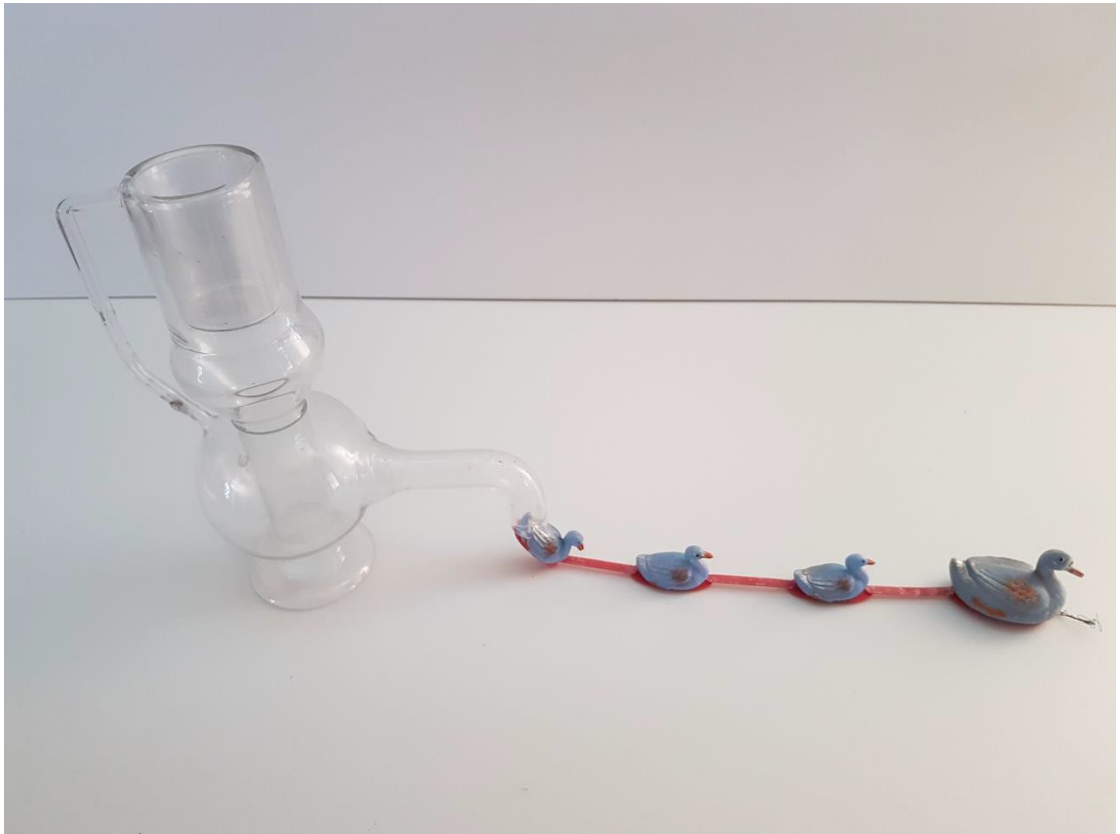
Peça 2. Volúptia

Este trabalho começou a ser desenvolvido com uma escultura feminina feita em barro com um acabamento deliberadamente tosco, escultura essa que não deveria ter definida a parte da frente e a das costas, para ser olhado a toda a volta. Queria um flagrante contraste tanto na opacidade e transparência como na composição da peça em si criando uma fantasiosa saia, rica e única. Misturando pequenas peças inteiras de vidro como frascos de perfume tampas com fragmentos de vidro recolhidos um pouco por toda a parte, com texturas diversas e brilhos diferentes foi com grande entusiasmo que ia construindo a saia, como se de alta costura se trata. Foi uma obra que cresceu com criatividade e muita liberdade. Procurei uma vincada assimetria que lhe trouxe movimento e uma leveza maior.



Peça. 3. Prodigiosa expansão

Neste trabalho tinha em mente a propagação de uma onda mecânica numa superfície lisa da água do mar. Foram usados tubos capilares dobrados com o maçarico. Acabei por preferir manter a distância entre os elementos curvos de forma a obter uma forma coesa como se de um disco se tratasse. Considerei um enigma o que está no centro, o que teria provocado a onda. Deixei ao critério do observador. Podia ser o ser o início dos tempos, o ponto em que uma pequena esfera caísse, ou uma ideia que tinha ali nascido e que se desenvolvia sem horizonte temporal. A expansão, a continuidade, o poder alastrar sem limites, foi o que quis explicitar. O universo está em expansão...



Peça 4. É vida

Esta peça tem por base dois estados de espírito que sempre me acompanham. Reconhecer beleza numa peça que seria desaproveitada e perspectivar uma obra que se articulasse de uma forma diferente ou que saísse da rotina. Aí entra uma forte componente emocional porque recorro a objectos (neste caso brinquedo) de um passado já longínquo, que fizeram parte da árvore de Natal dos avós! Peças de invulgar ingenuidade e beleza!

Mas entusiasma-me a leitura que se retira da instalação em si.



Peça 5. Parcela de Mar

Uma “parcela de mar” apresentada como uma porção de mar que foi transportada para o espaço expositivo. É o insólito que espanta!

A minha família é ligada ao mar junto do qual eu passo muito do meu tempo disponível. Rendo-me, com respeito, àquela beleza das cores, da tranquilidade, agitação, ou da imensa violência da força das ondas. O impacto visual que o mar tem sempre em mim, pela variedade constante e movimento permanente, é traduzido de várias maneiras no meu criar artístico de que esta peça é um exemplar. Sinto que tenho neste âmbito ainda um vasto campo a explorar. E o mar não tem fim...



Peça 6. Inquietude

Das formas geométricas saliento a circunferência, o círculo e a esfera como aquelas de que mais me aproximo nos trabalhos que realizo.

Numa esfera de vidro soprada foi feito um vinco fundo com uma chapa de cobre rectangular. Pretendia uma ruptura na superfície esférica com uma intrusão de um material bem opaco a provocar um desconforto na beleza instituída da esfera transparente. O acto em si vinha carregado de energia e determinação, mas limitado pelas possibilidades físicas e técnicas dos materiais.

Este trabalho considero também ser um ponto de partida para tantos outros a explorar dentro do mesmo espírito da intrusão, criando formas irregulares a coabitar com tantas outras possíveis, numa convivência nem sempre tranquila. É nesta linha de trabalho que talvez melhor se corporiza os “encontros entre a transparência e a opacidade”



Peça 7. Caindo pela renda

Uma combinação de texturas completamente diferentes a cair como uma corda enriquecida, gera perplexidade. Face a ela desenvolvem-se pensamentos, afectos e memórias. De repente surge o que se estava a delinear em mim.

É uma estalactite!

Essa criação da natureza em ambientes frios e húmidos que deslumbra pela transparência, quietude, brilho e mistério que evidencia.

O rendilhado agrega para mim todas essas emoções algumas delas reflectidas pelos pequenos espelhos distribuídos.



Peça 8. Mentas soltas

O objectivo deste trabalho era conseguir uma forte torção numa peça soprada. Uma forma que de qualquer maneira me transportava para pensamentos mais profundos, complexos, que por fim viriam a ser libertados.



Peça 9. Insatisfeito

Provocando agora uma estranheza nos observadores, prolongo com vidro a fisionomia de um ser bizarro, feito por mim em cerâmica.

Prolonguei o nariz do ser absurdo para lhe dar maior beleza.

Mas coloca-se a questão: ficaria o ser mais equilibrado sem qualquer prolongamento? Para interromper uma leitura pesada deste objecto introduzi uma ligação forte e bem visível, propositadamente ali colocada. Olho-a como se ele tivesse vontade de a retirar, e não lhe chega. Não lhe é possível! Marca talvez a impossibilidade de termos acesso a muita coisa que por vezes nos parece de tão fácil acesso! Mas esse pensamento veio a posteriori olhando a peça concluída.



Peça10. Domínio extemporâneo

Uma esfera é uma forma perfeita. Provocar um desequilíbrio na maneira como a gostaria de ver exposta numa parede, foi um desafio.

Recorrendo a uma peça de cobre de que desconhecia a função, quis “agarrar” a esfera. Aí julgo ter estado presente a necessidade que sinto de controlo das situações, que resulta certamente do meu necessário desempenho em sala de aula enquanto professora.

Tenho então, em contexto expositivo a liberdade de colocação/orientação.

O gargalo da peça em vidro tem o formato da parte ondulada do tubo de cobre que o preenche, deixando-se de ver como era meu objectivo. Também aqui é

evidenciado um forte encontro da transparência com a opacidade.



Peça.11. Encontros fortuitos

Como amante atenta da natureza recolho elementos só porque os acho belos. Refiro-me às bonitas pedras de xisto que se encontram na Beira Interior, uma das quais aqui apresento. Seria uma escultura por si só, mas imaginei o contraste criado com uma insólita peça de vidro que com ela se articula e convive. Uma ligação forte que perdurará insólita com nasceu. A peça de vidro foi feita a partir de um molde e posteriormente colocada no forno para fusão.



Peça 12. Ao sabor do pensamento

À procura de um objectivo, o vidro traduz uma forma turbulenta e irrequieta que por fim se conseguiu organizar...

Sem mais explicações é uma peça que muito me agrada, pela sua construção muito natural, um pouco sem critério e sem uma linha definida.



Peça 13. Explosão necessária

Aproveitei também tornar disfuncional um “erlenmeyer” de laboratório, já em desuso. O recipiente não aguentou as várias soluções que por ele passaram e, insolitamente, um lagarto sai conjuntamente com o líquido que já não se vê, porque já não existe. Na Ciência, em particular na Química e Bioquímica, tudo vai sendo possível. O lagarto surge, rebentando o “erlenmeyer” incorporando as possibilidades inúmeras que hão-de advir no futuro. Constitui uma provocação ao espectador. Ele sentirá a peça com algum humor, mas não estará longe de pensar nela como o absurdo que um futuro próximo nos trará.



Peça14. A gota de vidro

Este trabalho tem uma força especial, pelo contraste das peças que agrego numa instalação.

Dispunha há muito das 2 esferas e achei que no contexto agora deste mestrado fazia sentido olhar para elas de forma a integrá-las num trabalho a pensar. Tive a sorte de encontrar numa feira aquela peça em ferro, que terá servido numa cozinha, em que vi uma elegância muito grande na forma e uma solidez adequada para a montagem que no momento tinha acabado de imaginar!

Tudo para mim se ajustou da melhor maneira. Quase milagrosamente a pequena esfera encaixou perfeitamente e susteve-se sem qualquer colagem.

Funciona como uma pequena lente que pelo formato esférico deforma, de uma maneira muito bonita, aquilo que a sua transparência nos devolve. Foi a noção de solidez, confiança e harmonia que ecoaram em mim.



Peça15. Rhino

Este é o meu “Rhino”.

Estava a olhar as peças de que dispunha e surgiu, sem história ou preocupação, este simpático animal com quem partilho emoções!  
Tenho-o contemplado, e penso nas coincidências e oportunidades da vida. Por vezes tão perto de nós está a possibilidade de tudo se harmonizar!  
Esta peça passou a ser para mim um símbolo de reconciliação.



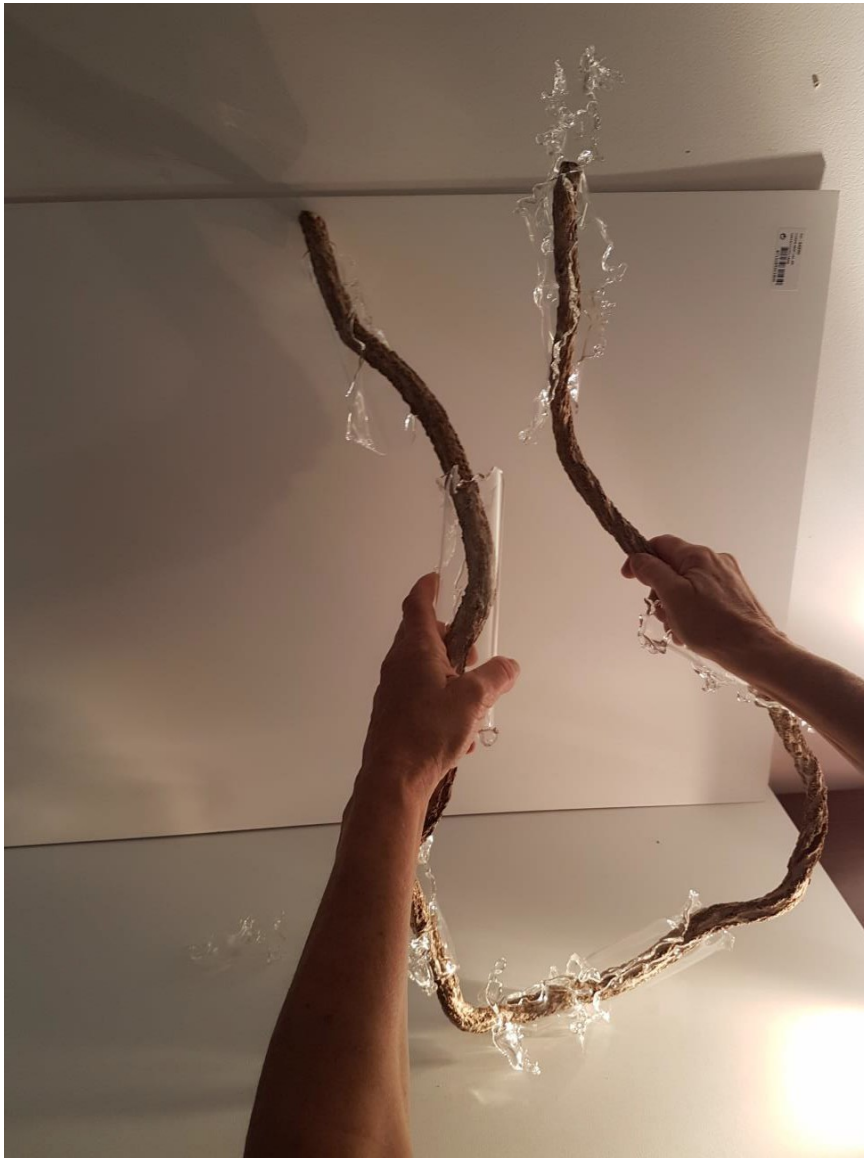
Peça16. Primavera

Passeando um dia ao acaso, chamou-me a atenção uma curiosa forma de um pequeno tronco que apanhei do chão.

Não tinha qualquer ramo que dele partisse, qualquer folha e muito menos qualquer flor.

Fi-lo sentir a primavera!

Com trabalhos de vidro borossilicato feitos individualmente no maçarico, o tronco foi sendo revestido de rebentos. O sentimento foi o de lhe dar vida, como se o reabilitasse. Agradou-me particularmente a peça conseguida pela harmonia que nela vejo e pela contrastante beleza da transparência projectada na conturbada forma do tronco. A incidência da luz nesta peça valoriza-a pelas diferentes direcções de reflexão da luz. Diferentes direcções são os percursos das nossas vidas que também são por vezes retratadas consoante a incidência das luzes.



Peça 16 em elaboração



Pormenor da Peça 16

## CONCLUSÃO

Foram muitos os ensinamentos recolhidos com a minha passagem pela Vicarte e surpreendente o resultado do trabalho aqui desenvolvido.

A experiência que tenho da vida leva-me a ser agora mais selectiva, ciosa do meu tempo, a olhar mais para mim, para os meus sentimentos e para aquilo que verdadeiramente me interessa. Sinto que tenho um potencial artístico a desenvolver... Quase tudo era novo na Vicarte. Descobertas quase diárias. Elos estabelecidos com aprendizagens anteriores em várias experiências, e campos do conhecimento já um pouco esquecidos, deram-me alento para continuar. Toda a parte experimental na pesquisa de uma composição de vidro opaco que se queria bem contrastante com um transparente, foi desenvolvida com interesse e o objectivo foi conseguido.

Com preocupação e tristeza constatei no dia-a-dia, o meu desfasamento em relação à utilização da informática. Muitas das dificuldades seriam inultrapassáveis se não fosse a paciência e generosidade de todos os que me rodeavam. Tentarei no futuro imediato tentar superar essa questão que me foi tão limitativa.

Foi geralmente muito boa a comunicação conseguida entre todos. Línguas e diferentes culturas, tornaram mais interessante a aprendizagem com um todo. Portas abertas ao mundo em que se sente o entrar e sair de vivências muito diferentes que nos fazem reflectir e redimensionar os nossos horizontes. Arte e Ciência são universais!

Aprender o vidro, aprender a lidar com o vidro, e aprender a construir uma peça de vidro foi para mim fascinante. É fascinante!

Os trabalhos espelham as nossas experiências pessoais. Os meus, estou certa, transmitem de alguma forma o meu espírito irrequieto e de procura persistente, para atingir os meus objectivos. Partilhar com professores, colegas e artistas da Vicarte o que muito tempo de convívio nos ensinou, foi muito enriquecedor e ficará para a vida. Muito obrigada.

Foi com certeza um trabalho incompleto. Fica-me a certeza do prazer que tive em ir disfrutando momentos onde o tempo parecia ter parado.

*“Mestre não é quem sempre ensina, mas quem de repente aprende”* (Guimarães Rosa)



*“When a personal artistic vision is executed in glass, with one’s own hands, the resulting object becomes the motivation to continue creating with glass”*  
Lundstrom, Boyce <sup>16</sup>

*“I really have to keep going. I’m running very late”* Alberro, Alexander

*“Je prends ma force et je prends ma peine et mon anxiété. Qui ma fait si forte?”* Aleramo, Sibilla <sup>23</sup>

## REFERÊNCIAS

1. Hegel, Georg Wilhelm Friedrich, *Aesthetics: Lectures on Fine Art*, Translated by T. M. Knox, Clarendon Press, Oxford, Reprinted 1988
2. Bothwell, Christina, disponível em [www.christinabothwell.com](http://www.christinabothwell.com), 2017
3. Yuanyuan Li, Qiliang Fu, Shun Yu, Min Yan e Lars Berglund, *Optically Transparent Wood from a Nanoporous Cellulosic template: Combining functional and Structural performance*, *Biomacromolecules* 2016, 17, 1358-1364, DOI: 10.1021/acs.biomac.6b00145.
4. Ritter, Axel “*Smart Materials Architecture, Interior Architecture and Design*” Birkhauser publishers for Architecture, Alemanha 2007.
5. “Benefits of smart glass in windows” disponível em <http://www.glassappsource.com/smartglass/benefits-smart-glass-windows.html> Agosto, 2014
6. Barbeito, Pedro, pág. 329 catálogo ARCO2007 Madrid, 2007
7. Iñigo Manglano-Ovalle, pág. 244 catálogo ARCO2007 Madrid, 2007
8. Young, Ben disponível em [Ben Young brokenliquid.com](http://BenYoung.brokenliquid.com) 2016
9. Shelby, James E., “Introduction to glass science and technology”, Edição 2, 12 Janeiro 2005
10. American Chemical Society [www.acs.org](http://www.acs.org), [https://www.google.pt/search?q=glass+structure+vs+crystal+structure&tbm=sch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKEwiAy\\_aTzZjXAhXIwxQKHW3uDokQ7AkIMQ&biw=1332&bih=568](https://www.google.pt/search?q=glass+structure+vs+crystal+structure&tbm=sch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKEwiAy_aTzZjXAhXIwxQKHW3uDokQ7AkIMQ&biw=1332&bih=568) 2017
11. Vaz Fernandes, Maria Helena “*Introdução à Ciência e Tecnologia do Vidro*” Universidade Aberta, 1ª Edição, 2ª Impressão Maio 2001
12. *Within Light Inside Glass*, Secção Científica, 2015
13. Tilley, Richard J. D. “*Colour and the optical properties of materials*” 2ª Edição Editor Wiley 2010
14. Moretti, C. e Hreglich, S, “*Les verres Opaques: La technologie des verriers vénitiens (du XV<sup>ème</sup> au XX<sup>ème</sup> siècle)*”, Association Verre et Histoire, Nancy, França 26-28 Março 2009.
15. Navarro, J. “*El Vidrio*” Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas 3ª edição, 2003
16. Lundstrom, Boyce “*Glass Fusing Book Two: Advanced Fusing Techniques*” Paperback Vitreous Pbns 1989
17. Eppler, Richard A. e Obstler, Mimi “*Understanding Glazes*” Editor Wiley, Março 2006

18. Berns, Roy S. "Billmeyer and Saltzman's Principles of Color Technology"  
3ª Edição John Wiley and Sons Inc. Canada, 2000
19. Guedes, Carmina A luz na Interpretação Visual da Obra de Arte, Tese de  
Doutoramento na FBA, UL, 2012
20. Gonçalves, António Manuel, "Iluminação dos Museus: Iluminação do Museu  
Nacional de Arte Antiga", in Boletim do Museu Nacional de Arte Antiga, 1956
21. Selden, Samuel e Sellman, Hunton Dade "Stage scenery and lighting", Editor  
F. S. Crofts & Company, 3ª Edição 1964
22. Turner, Janet em "Lighting: Introduction to Lighting, Light and Light Use", Editor  
B.T. Batsford, 1994
23. Barthes, Roland "Câmara Clara" Edições 70, Setembro 2010

## BIBLIOGRAFIA

- Aleramo, Sibilla "Le Passage" F. Rieder et C<sup>ie</sup> Éditeurs ,2<sup>a</sup> edição ,1922
- Barthes, Roland "Câmara Clara" Edições 70, Setembro 2010
- Batchelor, David "Minimalismo" Editorial Presença 1<sup>a</sup> Edição, Março 2000
- Conferência Internacional sobre História, Tecnologia e Arqueologia Industrial do Vidro "A Indústria do Vidro na Perspectiva da Arqueologia Industrial" Palácio Stephens exposição Set 1989 a Set 1990
- Csikszentmihalyi, Mihaly "Fluir" Edições Relógio d'Água, Setembro 2002
- dOCUMENTA 13 Begleitbuch (Catálogo), 2012
- dOCUMENTA 14 (Day Book), 2017
- Gonçalves, António "Iluminação dos Museus: Iluminação do MNAA", Boletim do MNAA, 1956
- Eppler, Richard A. and Obstler, Mimi "Understanding Glazes" Editor Wiley. 2006
- Guedes, Carmina "A luz na Interpretação Visual da Obra de Arte", Tese de Doutoramento na FBA, UL, 2012
- Hegel, Georg Wilhelm Friedrich Aesthetics Lectures on Fine Art, Translated by T. M. Knox  
Clarendon Press, Oxford, Reprinted 1988
- Huyghe, René "Dialogue avec le Visible" Flammarion ,1955
- Lipovetsky, Gilles "Da Leveza" Edições 70, Março 2016
- Lundstrom, Boyce "Glass Fusing Book Two: Advanced Fusing techniques" Paperbacks Vitreous Pbn's 1989
- Mier, Rita Iluminação Artificial em Espaços Museográficos: Proposta de uma reflexão face à realidade Contemporânea  
Faculdade de Arquitectura e Urbanismo da Universidade de São Paulo  
São Paulo 2016
- Navarro, J. "El Vidrio" Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 3<sup>a</sup> edición, 2003
- Selden, Samuel e Sellman, Hunton Dade "Stage Scenery and Lighting"  
F. S. Crofts & Company, 3<sup>a</sup> Edição 1964
- Shelby, James E. "Introduction to Glass Science and Technology"  
The Royal Society of Chemistry, Cambridge ,1997
- Van Uffelen, Chris "Art in Public", Novembro 2011
- Vaz Fernandes, Maria Helena "Introdução à Ciência e Tecnologia do Vidro"  
Universidade Aberta 1<sup>o</sup> Edição, 2<sup>a</sup> Impressão, Maio 2001