



**PAULO ANTÓNIO DA  
COSTA MONTEIRO**

**O vidro na Ciência e na Arte: Discursos partilhados**



**PAULO ANTÓNIO DA  
COSTA MONTEIRO**

**O vidro na Ciência e na Arte: Discursos partilhados**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Comunicação e Educação em Ciência, realizada sob a orientação científica da Doutora Rosa Maria Oliveira, Professora Auxiliar do Departamento de Comunicação e Arte e da Doutora Maria Clara Ferreira Magalhães, Professora Auxiliar do Departamento de Química, ambas da Universidade de Aveiro.

## **o júri**

presidente:

**Doutora Ana Maria Reis d’Azevedo Breda**  
Professora Associada da Universidade de Aveiro

vogais:

**Doutora Rosa Maria Pinho de Oliveira**  
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro (Orientadora)

**Doutora Maria Clara Ferreira Magalhães**  
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro (Co-Orientadora)

**Doutora Maria Isabel da Fonseca e Castro Moreira Azevedo**  
Professora Auxiliar da ARCA-EUAC – Escola das Artes de Coimbra

## palavras-chave

Vidro, arte, ciência, técnica, cristal.

## resumo

O presente trabalho pretende contribuir para o entendimento das relações entre a Arte e a Ciência através dos objectos e técnicas do vidro, criados e desenvolvidas ao longo dos séculos pelos artistas numa busca do aperfeiçoamento e da expressão. A evolução do vidro ao longo de 5000 anos vem no sentido da adaptação às solicitações técnicas colocadas pelos criadores de objectos em vidro que no reconhecimento das suas propriedades físicas como dureza, resistência, condutibilidade e fragilidade alargam o leque de aplicações à medida que a ciência aprofunda o conhecimento dos materiais. O vidro é considerado por muitos investigadores como um líquido arrefecido, amorfo, adquirindo propriedades plásticas quando fundido, tornando-se maleável.

Na Idade Média o vidro de Veneza tornou-se conhecido em toda a Europa e, nos séculos XV e XVI, a sua fabricação atingiu grande perfeição em ornamentação e técnica. Com a industrialização, o vidro passou a ser amplamente utilizado através da mecanização e da produção em série. No domínio do vidro artístico a componente manual revela-se decisiva à medida que são introduzidos no mercado, novos materiais e novas tecnologias de fabrico. É contudo, através de objectos de grande qualidade artística e material que o vidro se revela no seu esplendor.

O vidro tem tido um papel determinante nas ciências, proporcionando a criação de instrumentos nas variadas áreas do conhecimento científico particularmente na química. O vidro, permitiu também investigar e mostrar a estrutura do sistema solar e apresentado por Nicolau Copérnico e Galileu Galilei.

Em Portugal surgiram grandes centros vidreiros dos quais se destaca Oliveira de Azeméis, Ílhavo e a Marinha Grande. A diversificação de empresas e produtos associados ao vidro fizeram surgir durante dois séculos e meio grandes marcas de qualidade reconhecida no mundo inteiro. Vários foram os artistas cujo nome ficou ligado a objectos de arte em vidro de grande qualidade, tais como Lalique, Gallé, Tiffany e Daum. Hoje a variedade de cores, qualidade e feitio do vidro é infinita, sendo o vidro um produto indispensável para a arquitectura e decoração. A tecnologia de produção do vidro está em constante evolução, na medida em que a ciência investiga novos materiais e técnicas que inspiram criadores e designers. É essencial dar a conhecer a importância que o vidro tem para a civilização humana e as relações que se estabelecem entre a Ciência e a Arte através dos objectos de vidro.

**keywords**

Glass, art, science, technique, crystal

**abstract**

This work intends to contribute to the understanding of relationships between Art and Science through objects and glass techniques, created and developed, through centuries, by artists, searching for improvement and expression. For 5000 years glass developed, in order to adapt itself to technical solicitations, raised by creators of glass objects, who, in the recognition of its physical properties such as hardness, resistance, conductivity and fragility, extend the variety of applications, as the science thoroughly examines the knowledge of materials. Glass is considered by many investigators as a cooled, amorphous liquid, gaining plastic properties when it's melted, becoming malleable. In the Middle Age, the Venice glass became known all over Europe and, during the 15th and 16th Centuries, its fabrication reached great perfection concerning ornamentation and technique. With the industrialization, glass became widely used through mechanization and mass production. Under the artistic glass field of action, the manual component becomes decisive as new materials and new manufacturing techniques go into the market,. However, it is through objects of great artistic quality and material that glass reveals itself in its splendour. Glass has been having a determinant role in sciences, affording the creation of instruments in several areas of scientific knowledge particularly in chemistry. Glass also allowed to investigate and to show the structure of the solar system, presented by Nicolaus Copernicus and Galileo Galilei. In Portugal, big glass centres have appeared of which Oliveira do Bairro, Ílhavo and Marinha Grande stand out. The diversification of companies and products associated to glass allowed to rise, for two centuries and a half, big brands of recognized quality all over the world. There were several artists, whose names became connected to art objects of great quality, such as Lalique, Gallé, Tiffany and Daum. Nowadays, the variety of colours, quality and shape of glass is infinite, and the glass is an essential product for architecture and decoration. The glass production technology is in constant development, as science investigates new materials and techniques, which inspire creators and designers. It is essential to be aware of the importance of glass to the human civilization and of the relationships established between Science and Art through glass objects.

## Índice

<b>Introdução</b> .....	01
<b>1. Metodologia de investigação</b> .....	04
1.1. Os capítulos .....	04
1.2. Visitas aos Museus.....	05
1.3. Fontes consultadas.....	06
<b>2. A história do vidro</b> .....	07
2.1. A descoberta .....	07
2.2. O vidro no Egipto.....	09
2.3. O vidro e o bronze.....	11
2.4. O vidro na Mesopotâmia.....	11
2.5. O vidro no período Helenístico.....	12
2.6. O vidro no período do Império Romano.....	14
2.7. O vidro Islâmico.....	16
2.7.1. A influência do vidro islâmico.....	19
2.8. O vidro de Veneza.....	22
2.9. O vidro na Alemanha.....	24
2.10. O vidro na Inglaterra .....	26
2.11. O vidro em França.....	28
<b>3. Arte no vidro do final do século XIX</b> .....	31
3.1. A arte da inteligência inconsciente.....	31
3.2. O Movimento “Arte Nova”.....	32
3.3. A essência da Arte Nova.....	33
3.4. As bases do estilo.....	34
3.5. O vidro na Arte Nova.....	35
3.5.1. Tiffany. A arte do vidro na América .....	39
3.5.2. René Lalique – O joalheiro do vidro .....	42
<b>4. O vidro em Portugal</b> .....	49
4.1. Do Século XV à actualidade.....	51
4.2. O Vidro – Um contributo para o desenvolvimento económico português .....	57
4.3. Formação e Qualidade.....	59
4.4. A arte do vidro em Portugal .....	60
4.5. Um caso de design Português.....	61
<b>5. A ciência do vidro</b> .....	64
5.1. Conceito de vidro.....	65

5.2. Estrutura e formação dos cristais.....	67
5.3. Estrutura vítrea e estrutura cristalina.....	70
5.4. Viscosidade .....	72
5.5. Coeficiente de dilatação do vidro – dilatação térmica.....	73
5.6. Temperatura de transição do vidro .....	75
5.7. A composição do vidro .....	76
5.8. Os elementos químicos na composição do vidro.....	77
5.8.1. Vitrificantes.....	80
5.8.1.1.A sílica.....	80
5.8.1.2.Óxido de boro.....	80
5.8.1.3.Pentóxido de difósforo.....	81
5.8.1.4.Outros vitrificantes.....	81
5.8.2. Fundentes.....	81
5.8.3. Estabilizantes .....	83
5.8.4. Componentes secundários.....	83
5.9. A cor do vidro.....	84
5.9.1. Medir e produzir a cor .....	84
5.9.2. Agentes de coloração .....	86
5.9.3. Controle da cor no vidro branco.....	87
5.9.3.1.Descoloração do vidro branco.....	88
5.9.4. Opacificantes .....	88
5.9.5. O efeito do ferro na cor do vidro.....	89
5.9.6. O vidro âmbar.....	90
5.9.7. O efeito do crómio na cor do vidro.....	91
5.9.8. O efeito do cobre na cor do vidro.....	92
5.9.9. O efeito do manganês na cor do vidro.....	92
5.9.10. O efeito do níquel na cor do vidro.....	93
5.9.11. O efeito do ouro e da prata na cor do vidro .....	93
5.9.11.1. O vidro ruby .....	94
<b>6. O vidro – um produto tecnológico.....</b>	<b>96</b>
6.1. Processo de fabricação do vidro.....	97
6.2. Tipos de vidro – Quanto à sua composição .....	99
6.2.1. O vidro de calcário .....	99
6.2.2. O vidro borossilicato.....	100
6.2.2.1.Um espelho de Pyrex.....	101

6.2.3. O cristal de chumbo.....	102
6.2.4. Tipos e formas comerciais do vidro .....	104
6.2.4.1.O vidro plano e o vidro laminado .....	104
6.2.4.2.Vidro plano vulgar de fabrico industrial .....	110
6.2.4.2.1. Vidro em chapas .....	111
6.2.4.3.Outras formas comerciais de vidro.....	112
6.2.4.4.Fibras de vidro.....	113
6.2.4.4.1. As fibras ópticas.....	115
6.2.4.5.O vidro de embalagem.....	116
6.2.4.6.Vidro temperado ou de segurança.....	116
6.2.4.7.Qualidades especiais de vidros.....	117
6.2.4.8.Vidros com qualidades decorativas.....	117
6.2.4.9.Vidros impressos .....	118
<b>7. Técnicas do vidro .....</b>	<b>119</b>
7.1. Esculpir a quente uma forma cheia .....	119
7.2. Vazamento.....	121
7.2.1. Vazar em areia - <i>sand casting</i> .....	121
7.2.2. Vazamento num molde – <i>casting</i> .....	122
7.3. Revestimento sobre o núcleo .....	124
7.4. Vidro modelado-prensado.....	125
7.5. Soflagem.....	127
7.5.1. Soprar à mão.....	127
7.5.2. Soflagem num molde .....	129
7.5.3. Soflagem a ar comprimido.....	130
7.5.4. Aplicações da soflagem.....	131
7.5.4.1. Cordas.....	131
7.5.4.2. Filigranas.....	131
7.5.4.3. Vidro multicolor- <i>overlay</i> .....	135
7.5.4.4. Graal e Ariel.....	137
7.5.4.5. Incalmo.....	139
7.5.4.6. Marqueterie.....	140
7.5.4.7. Lamelas – chapinhas.....	141
7.5.4.8. Murrines e <i>millefiori</i> .....	141
7.5.4.9. Mosaico e <i>vetro a murrine</i> .....	144
7.5.4.10. Pintura intercalar.....	145



7.5.4.11. Vidro ( craquelé) rachado.....	146
7.5.4.12. Aventurine.....	147
7.5.4.13. Inclusões de folhas metálicas – prata e ouro.....	148
7.5.4.14. Vidro bullé.....	149
7.5.5. Esmalte em pó.....	151
7.5.6. Vitrofundição – Fusing glass.....	152
<b>8. O vidro - Um contributo transdisciplinar.....</b>	<b>154</b>
8.1. Formas de difusão da cultura do vidro .....	154
8.2. Workshop de vitrofundição.....	157
8.3. A compatibilidade dos vidros.....	158
8.4. Temperatura de vitrofundição.....	159
8.5. Ciclo de cozedura do vidro <i>float</i> em vitrofundição.....	161
8.6. Os materiais e equipamentos .....	162
8.6.1. Equipamentos .....	162
8.6.1.1. O recurso à lâmpada UV.....	162
8.6.1.2. O forno.....	163
8.6.1.3. Os moldes e separadores.....	165
8.6.1.4. Materiais decorativos.....	166
8.6.1.5. Equipamento de apoio e protecção .....	169
8.6.2. Algumas técnicas decorativas da vitrofundição.....	170
8.6.2.1. Inclusões metálicas .....	170
8.6.2.2. Esmaltes polvilhados .....	171
8.6.2.3. Esmaltes diluídos .....	171
8.6.2.4. Sobreposição de vidros, Fritas, Escamas (confetti) e Stringers.....	172
8.6.2.5. Pasta de vidro.....	173
8.6.2.6. Esmaltes líquidos.....	173
8.6.2.7. Bijuteria.....	174
8.6.2.8. Deformações com Fibra de vidro.....	175
<b>9. Do vidro se faz Arte – Oficina de formação.....</b>	<b>175</b>
<b>Conclusão.....</b>	<b>180</b>
<b>Bibliografia referenciada.....</b>	<b>182</b>
<b>Sites consultados.....</b>	<b>184</b>

## Índice de figuras

Figura 1 - Cristal de trona. Fonte: (Scaglioni, 1988: 30).....	7
Figura 2 - Obsidiana "flocos de neve". Fonte: <a href="http://www.rc.unesp.br/musudpm/rochas/magmaticos/obsidiana.html">http://www.rc.unesp.br/musudpm/rochas/magmaticos/obsidiana.html</a> .....	8
Figura 3 – Contas de pasta vítrea. Necrópole de Fonte Santa, Ourique. I Idade do Ferro. Museu Nacional de Arte Antiga.Lisboa. Fonte: (APAI, 1989: 17).....	9
Figura 4 – Vaso em vidro colorido imitação de turquesas. 1 8ª Dinastia, Tutmosis III, cerca de 1425 a.C. Fonte: (Tait, 1995: 27).....	10
Figura 5 – Frascos para tintas em forma de palmeiras. Cerca de 1375 a 1275 a.C. Fonte: (Tait, 1995: 32).....	10
Figura 6 - Placa de argila com “receitas” para produzir vidros coloridos. Fonte: (Zerwick, 1980: 8).....	11
Figura 7 – Taça em mosaico de vidro. Originária do Mediterrâneo Oriental. Século II a.C. Fonte: (Tait, 1999: 48).....	12
Figura 8 – Prato largo em mosaico de vidro. Canosa, Sul de Itália. Entre 225-200 a.C. Fonte: (Tait, 1999: 48).....	12
Figura 9 – Localização das principais regiões e centros de produção do vidro. Fonte: (Douglas, 1972: p.16; Tait, 1999: 22).....	13
Figura 10 – Representação mais antiga que se conhece de um forno para fabricação de vidro. Representação de um manuscrito do século XI da obra <i>De originibus rerum</i> . Fonte: (Navarro, 1985: 21).....	14
Figura 11 – Garrafa de vidro com fundo gravado. Finais do século I – início do séc. II d.C. Fonte: (APAI, 1989: 21).....	15
Figura 12 – Vaso de vidro-diatreta. Mediterrâneo Oriental. Primeira metade do século IV. Fonte: (Beveridge, 2004: 14).....	15
Figura 13 – Taça. Vidro sassânida que seria continuado no período islâmico. Século V-VI. Fonte: (Tait, 1999: 115).....	16
Figura 14 - Jarras. Pérsia, Século VIII – X. Fonte: (Tait, 1999: 17).....	17
Figura 15 - Vaso. Provavelmente Síria, final do século X. Museu de arte islâmica, Qatar. Fonte: <a href="http://www.cmog.org">http://www.cmog.org</a> .....	17
Figura 16 – Frasco. Vidro dourado e esmaltado. Síria. 1250-60. Fonte: (Tait, 1999: 133) .....	18
Figura 17 - Lâmpada de suspensão. Egípto ou Síria. Século XIV. Museu Gulbenkian, Lisboa. Fonte: (Ribeiro, 1999: 78).....	18
Figura 18 – Fénix em voo. Pormenor do bojo da garrafa (fig.23). Fonte: (Ribeiro, 1999: 51).....	19
Figura 19 – Garrafa dourada e esmaltada. Egípto ou Síria, século XIV. Fonte: (Ribeiro, 1999: 123).....	20
Figura 20 - Frasco “rosewater” de garganta de cisne, Irão, séculos XVIII-XIX.	

Museu do vidro de Corning, Nova Iorque. Fonte: <a href="http://www.cmog.org">http://www.cmog.org</a> .....	20
Figura 21 – Taça com pé. Philippe-Joseph Brocard, 1870. Paris, França. Fonte: (Ribeiro, 1999: 126).....	21
Figura 22 – Lâmpada de mesquita (miniatura). Émile Gallé, Nancy. França. 1884. Fonte: (Ribeiro, 1999: 126).....	21
Figura 23 – Taça com cabeça de leão moldada no pé. Façon de Venise, Antuérpia. 1559. Fonte: (Tait, 1999:162).....	22
Figura 24 – Vaso em lattimo (vidro branco opaco), com decoração em esmalte. Veneza, 1500. Fonte: (Tait, 1999: 160).....	22
Figura 25 – Ânfora em vidro calcedónio, mistura de preto, verde e ocre. Murano, Veneza. Séc. XVII. Fonte: <a href="http://www.jurubeba.it/">http://www.jurubeba.it/</a> .....	23
Figura 26 – Vaso de asas, façon de Venise. Provável da Catalunha, Espanha. Século XVI. Fonte: (Tait, 1999: 161).....	23
Figura 27 – Vitral com a face de Cristo na Abadia de Lorsch. Século X. Fonte: <a href="http://www.revistatemas.com/contacto/NewFiles/Contacto6.html">www.revistatemas.com/contacto/NewFiles/Contacto6.html</a> .....	24
Figura 28 - Cristal lapidado com aplicações em prata de Paulus Eder. Nuremberga. Alemanha. Final do século XVII. Fonte: (Tait, 1999: 181).....	25
Figura 29 - Taça em vidro ruby, com tampa, Tobias Baur, 1685-1735. Sul da Alemanha. Fonte: (Tait, 1999: 183).....	26
Figura 30 - Decantador em cristal de chumbo. Junto ao gargalo está uma marca moldada à pressão, garantindo a autenticidade de George Ravenscroft. Savoy, Londres, 1676-1678. Fonte: (Tait, 1999: 183).....	27
Figura 31 Taça de vidro em azul de Bristol gravada com o monograma S.C.R. (Sophie Charlotte Regina) irmã do Rei George I de Inglaterra. Fonte: (Tait, 1999: 183).....	28
Figura 32 - Sala dos espelhos. Palácio de Versalhes, França. Fonte: <a href="http://www.saint-gobainvidros.com.br">http://www.saint-gobainvidros.com.br</a> .....	29
Figura 33 – Janela de St. Nicolas. Vitral da Catedral de Chartres. Fonte: <a href="http://gallery.sjsu.edu/chartres/home.html">http://gallery.sjsu.edu/chartres/home.html</a> .....	29
Figura 34 – Vitral em roseta, Século XIII. Catedral de Chartres, França. Fonte: <a href="http://www.greatbuildings.com/buildings/Chartres_Cathedral.html">http://www.greatbuildings.com/buildings/Chartres_Cathedral.html</a> .....	30
Figura 35 - Emile Gallé (1846-1904).....	35
Figura 36 – Taça “clair de lune”. Gallé. (1880- 1884). Arte Nova. Museu d'Orsay, Paris. Fonte: <a href="http://www.insecula.com">http://www.insecula.com</a> .....	35
Figura 37 – Jarro Glicínias, de vidro-camafeu. Emile Gallé, Nancy (França). Início de século XX. Museu de Artes Decorativas, Barcelona (Espanha). Fonte: (Beveridge, 2004: 18).....	36
Figura 38 – Suporte para escovas, Vidro falante. Gallé. Fonte: (O’Neill, 1999, 57).....	37
Figura 39 – Auguste, Antonin Daum. Fonte: <a href="http://fr.Wikipedia.org/wiki/Daum_frères">http://fr.Wikipedia.org/wiki/Daum_frères</a> .....	38
Figura 40 - Vaso de alabastro com libélulas e “renoncules”, 1904, DAUM. ....	38
Figura 41 - Vaso “pescoço de ganso“ de Tiffany, inspirado num perfumador persa.	

Fonte: (O'Neill, 1999: 58).....	40
Figura 42 - Jarro “Jack-in the-Pulpit”, de vidro iridescente, 1912. Louis Comfort Tiffany. Museu do Vidro de Corning, Estados Unidos. Fonte: (Beveridge, 2004: 19).....	41
Figura 43 - Candeeiro eléctrico Favrile, com libélulas com base em bronze. Estúdios da Tiffany.....	41
Figura 44 - Candeeiro de Gallé com borboletas e sicômoros.O uso da forma em cogumelo foi rapidamente adaptada como a forma mais análoga na natureza. Fonte: (O'Neill, 1999: 60).....	42
Figura 45 - René Lalique em 1910. Fonte : (Marcilhac, 1994: 16).....	43
Figura 46 – Vidro, prata, esmalte, ouro e pérola barro. René Lalique. 1898-1900, França. Museu Gulbenkian. Lisboa.....	44
Figura 47 – Relógio de vidro, “O dia e a noite”, Lalique. 1920.Fonte: <a href="http://www.cristallalique.fr">http://www.cristallalique.fr</a> .....	45
Figura 48 – Atelier do vidro a frio. Oficina de Wingen-sur-Moder.Fonte: (Marcilhac, 1994: 168).....	46
Figura 49 – Tampa de radiador “CoqNain“, 1026. Fonte: <a href="http://www.cristallalique.fr">http://www.cristallalique.fr</a> .....	47
Figura 50 – Interior do vagão do Pullman Express “Cote d’Azur”. 1929. Lalique. Fonte: <a href="http://www.cristallalique.fr">http://www.cristallalique.fr</a> .....	47
Figura 51 – Anjos de vidro da Igreja de São Mateus, St. Helier, Jersey, Inglaterra. 1932. Lalique. Fonte: <a href="http://www.cristallalique.fr">http://www.cristallalique.fr</a> .....	48
Figura 52 – Conjunto de 23 contas de pasta vítrea. Necrópole de Fonte Santa, Ourique. I Idade do Ferro. Museu Nacional de Arte Antiga. Lisboa. Fonte: (APAI, 1989: 17).....	49
Figura 53 – Prato “Dulcis Vivas” do tipo “fondi dóro” Séc.III d.C. Museu Nacional de Arte Antiga. Lisboa. Fonte: (APAI, 1989: 23).....	50
Figura 54 – Solar e fábrica de vidraça do Côvo, Início do séc. XX. Oliveira de Azeméis. Fonte: (CMOA, 2001: 35).....	51
Figura 55 – Guilherme Stephens, pintura a óleo, séc. XX. Autor José de Almeida e Silva. Col. Museu do Vidro. Fonte: (Mendes, 2002: 62).....	53
Figura 56 - Copos de cálix. Desenhos do catálogo de 1772. Real Fábrica de Vidros da Marinha Grande. Fonte: (Barros, 1969: 177, cat. I, x).....	53
Figura 57 – Prato em cristal lapidado com incrustações em camafeu. Figura de D. Maria II, 1833-1840. Museu Vista Alegre. Fonte: (Macedo, 1989: 68).....	54
Figura 58 – Catálogo dos vidros fabricados pela Vista Alegre, pág.9. Publicado em 1929. Museu da Fábrica da Vista Alegre. Fonte: (Macedo, 1989: 62).....	55
Figura 59 - Logomarca MGLASS .....	59
Figura 60 – Jarras. Cristal soprado moldado com aplicação de manchas de vidro de cor. Início dos anos 60. M <sup>a</sup> Helena Matos.Fonte: (in cat. Carvalho, 2001a) .....	61
Figura 61 – Frascos. Jarras. Cristal doble soprado moldado. Anos 60. M <sup>a</sup> Helena Matos. Fonte: (in cat. Carvalho, 2001a).....	62
Figura 62 - Policristal de quartzo. Fonte: <a href="http://pt.wikipedia.org/wiki/Quartzo">http://pt.wikipedia.org/wiki/Quartzo</a> .....	64
Figura 63 - Laboratório de química. Em cima da mesa um exemplar da “pilha” de Faraday. Fonte: <a href="http://www.nndb.com/people/571/000024499">http://www.nndb.com/people/571/000024499</a> .....	65

Figura 64 -Célula unitária da estrutura de um cristal de sal (NaCl). Fonte: <a href="http://pt.wikipedia.org/wiki/Quartzo">http://pt.wikipedia.org/wiki/Quartzo</a> .....	67
Figura 65 – Rede cristalográfica cúbica do NaCl. Fonte: <a href="http://pt.wikipedia.org/wiki/Estrutura_cristalina#Preval">http://pt.wikipedia.org/wiki/Estrutura_cristalina#Preval</a> . C3.AAncia_da_estrutura_cristalina.....	68
Figura 66 – Cristal de gelo. Fonte: <a href="http://www.its.caltech.edu/~atomic/snowcrystals/photos/photos.htm">http://www.its.caltech.edu/~atomic/snowcrystals/photos/photos.htm</a> .....	68
Figura 67- Um cristal policromo de Bismuto. Fonte: <a href="http://pt.wikipedia.org/wiki/Quartzo">http://pt.wikipedia.org/wiki/Quartzo</a> .....	69
Figura 68 – A - moléculas de SiO <sub>2</sub> na forma cristalina. B - moléculas de SiO <sub>2</sub> dispostas numa retícula desordenada, própria do vidro. Fonte: (Beveridge, 2004: 25).....	70
Figura 69 - A difracção dos raios X difere de cristal para cristal. A determinação dos ângulos permitirá o cálculo do afastamento dos planos dos átomos e identificar a estrutura do cristal. Fonte: <a href="http://physics.bu.edu/~duffy/PY106/Instruments.html">http://physics.bu.edu/~duffy/PY106/Instruments.html</a> .....	71
Figura 70 - Gráfico das curvas de viscosidade de diferentes vidros de silicato. (Doremus, 1995: 100).....	72
Figura 71 - Areias quartzíticas. Fonte: <a href="http://oficina.cienciaviva.pt/~pw054/vidro/Areias.htm">http://oficina.cienciaviva.pt/~pw054/vidro/Areias.htm</a> .....	80
Figura 72 – Espectrofotómetro. Produto BYK Gardner. Fonte: <a href="http://www.saint-gobain-vidros.com.br">http://www.saint-gobain-vidros.com.br</a> .....	85
Fig. 73 - Braço robótico retira da arca de recozimento um vidro para ecrã de televisão. Fonte: <a href="http://www.sciencephoto.com">http://www.sciencephoto.com</a> .....	96
Figura 74 – Processo de moldagem de pressão. Fonte: (Holloway, 1973: xi).....	98
Figura 75 – Processo de soflagem com o auxílio de um molde. Fonte: (Holloway, 1973: xi ).....	98
Figura 76 – processo de fabricação do vidro por prensagem e soflagem. Fonte: (Holloway, 1973: xi).....	99
Figura 77 - Friedrich Otto Schott (1852-1935) em cima. Carl Zeiss (1816-1888) em baixo. Fonte: (Pfaender, 1983: 11).....	100
Figura 78 – Ernst Abbe (1840-1905). Fonte: (Pfaender,1983: 11).....	101
Figura 79 – Duas pessoas em cima da superfície do espelho. Fonte: <a href="http://www.astro.caltech.edu/">http://www.astro.caltech.edu/</a> .....	102
Figura 80 - Entre 1936 e 1947, o espelho em “pyrex” foi polido e lustrado. Fonte: <a href="http://www.astro.caltech.edu">http://www.astro.caltech.edu</a> .....	102
Figura 81 – Fabricação de vidro pelo método da coroa. Fonte: <a href="http://www.maryevans.com">http://www.maryevans.com</a> .....	105
Figura 82 – Fabricação de vidro pelo método do cilindro. Fonte: <a href="http://www.maryevans.com">http://www.maryevans.com</a> .....	105
Figura 83 – Gravura que representa a cobertura de vidro do Palácio de Cristal, Londres, 1851. Fonte: <a href="http://www.maryevans.com/cgi-bin/dwsrun?SHOW">http://www.maryevans.com/cgi-bin/dwsrun?SHOW</a> .....	106
Figura 84 – Fabricação do vidro em folha pelo método do derramamento do vidro. 1760. Fonte: <a href="http://www.maryevans.com">http://www.maryevans.com</a> .....	106
Figura 85 – Processo de laminação com rolos a partir do tanque. Fonte: (Zarzycki, 1991: 442).....	107

Figura 86 - Processo Fourcalt. Laminação a partir do tanque. Fonte: (Zarzycki, 1991: 443).....	108
Figura 87 – Máquina de elevação e laminação do vidro. Processo Fourcalt. Fonte: (Zarzycki, 1991: 444).....	108
Figura 88 – Máquina de elevação e laminação Libbey-Owens. Fonte: (Zarzycki, 1991: 444).....	109
Figura 89 – Processo Pennvernon de fabricação do vidro plano. Fonte: <a href="http://www.glasslinks.com/trivia/pennvernon.htm">http://www.glasslinks.com/trivia/pennvernon.htm</a> .....	110
Figura 90 - Processo de fabricação de vidro float. Fonte: (Beveridge, 2004: 28) .....	110
Figura 91 – Espessuras correntes de vidro plano. Fonte: (Beveridge, 2004: 28) .....	111
Figura 92 – Vidro temperado em varandas. Banco do Líbano e Ultramar, Líbano. Fonte: <a href="http://www.saint-gobain-glass.com">http://www.saint-gobain-glass.com</a> .....	112
Figura 93 – Ladrilho de vidro. Fonte: <a href="http://www.ibravir.com.br/produtos/pisos/pisos_modelos.htm">http://www.ibravir.com.br/produtos/pisos/pisos_modelos.htm</a> .....	113
Figura 94 – Tijolo de vidro. Fonte: <a href="http://www.almadovidro.eu/detalhes.php?id=2750&amp;o=stock">http://www.almadovidro.eu/detalhes.php?id=2750&amp;o=stock</a> .....	113
Figura 95 – Telha de vidro. Fonte: <a href="http://www.ibravir.com.br/produtos/telhas/telhas_encaixe.htm">http://www.ibravir.com.br/produtos/telhas/telhas_encaixe.htm</a> .....	114
Figura 96 - Processo de fabricação de filamento contínuo. Processo Gossler (a) e Processo Schuller (B). Fonte: (Zarzycki, 1991: 447). .....	114
Figura 97 - Processo de fabricação de lã de vidro. Fonte: (Holloway, 1973: xii ).....	115
Figura 98 - Processo de fabricação de fibra óptica. Fonte: (Zarzycki, 1991: 450).....	116
Figura 99 – Vidro blindado anti-bala. Fonte: <a href="http://www.sciencephoto.com">http://www.sciencephoto.com</a> .....	117
Figura 100 – Torço feminino, Pino Signoretto, 1995, Itália. Fonte: <a href="http://annuaire.idverre.net">http://annuaire.idverre.net</a> .....	120
Figura 101 – Técnica “a massello”. Pino Signoretto. Itália. Fonte: <a href="http://www.pinosignoretto.it">http://www.pinosignoretto.it</a> .....	121
Figura 102 – Toureiro, Pino Signoretto, 2006, Itália. Fonte: <a href="http://www.pinosignoretto.it">http://www.pinosignoretto.it</a> .....	121
Figura 103 – Cofragem de areia preparada para receber o vidro fundido. Fonte: <a href="http://www.glassartists.org/">http://www.glassartists.org/</a> .....	122
Figura 104 – Sand casting. Vidro é vertido numa cofragem de areia. Fonte: <a href="http://www.glassartists.org">http://www.glassartists.org</a> .....	122
Figura 105 – Escultura. Sand casting. Bertil Vallien, 1967. Suécia Fonte: <a href="http://www.bertilvallien.se">http://www.bertilvallien.se</a> .....	123
Figura 106 – Vazamento num molde. Fonte: <a href="http://www.bertilvallien.se">http://www.bertilvallien.se</a> .....	123
Figura 107 - Henri Navarre, Cabeça. Museu das Artes Decorativas, Paris. 1937, França. Fonte: <a href="http://annuaire.idverre.net">http://annuaire.idverre.net</a> .....	124
Figura 108 - “Immanent Circumstance”. Howard Ben Tré. Bóston. 1993. Fonte: <a href="http://annuaire.idverre.net">http://annuaire.idverre.net</a> .....	124
Figura 109 - Vaso para unguento, Egipto, 1390-1352 a.C. Museu Vitoria e Alberto, Londres. Fonte: <a href="http://annuaire.idverre.net">http://annuaire.idverre.net</a> .....	125

Figura 110 – O vidro é prensado contra a mesa com a ajuda de um molde. Fonte: (Tait, 1995: 222) .....	126
Figura 111 – O molde é retirado revelando a superfície texturada do vidro. Fonte: (Tait, 1995: 222) .....	126
Figura 112 – O vidro adquire a forma definitiva sobre um molde convexo. Fonte: (Tait, 1995: 222) .....	126
Figura 113 – Molde de garrafa em ferro fundido. Fonte: APAI (1989) .....	127
Figura 114 – Vaso “Bacantes”. Vidro opalescente. Período Arte Déco. 1925. França. René Lalique. Fonte: <a href="http://www.cristallalique.fr">http://www.cristallalique.fr</a> .....	127
Figura 115 – O soprador de vidro, insufla ar na massa vítrea à medida que dá a forma ao objecto. Fonte: <a href="http://claude.fourcaulx.free.fr">http://claude.fourcaulx.free.fr</a> .....	128
Figura 116 – Marmorear. O vidreiro rola a massa de vidro sobre a mesa (marma). Fonte: (Tait, 1995: 223) .....	129
Figura 117 – Soflagem num molde. Museu Escola de Nancy. França. Fonte: <a href="http://www.cmog.org/">http://www.cmog.org/</a> .....	129
Figura 118 - Vidro soprado num molde. Daum, 1908. M. B. Artes. Nancy. Fonte: <a href="http://annuaire.idverre.net">http://annuaire.idverre.net</a> .....	130
Figura 119 – “Floresta de cestos”. 2002. Dale Chihuly. Museu Arte de Oklahoma Fonte: <a href="http://www.chihuly.com/baskets/Art/CdOkla_Img0072_B.html">http://www.chihuly.com/baskets/Art/CdOkla_Img0072_B.html</a> .....	131
Figura 120 – Vaso com cordões, Fabienne Picaud, Photo Philippe Minisini, Studio Cerfav. Fonte: <a href="http://annuaire.idverre.net">http://annuaire.idverre.net</a> .....	132
Figura 121 Taça, Vidro soprado em filigrana. Século XVI, Veneza. Fonte: <a href="http://annuaire.idverre.net/ENCYCLODTECH/index.shtml">http://annuaire.idverre.net/ENCYCLODTECH/index.shtml</a> .....	133
Figura 122 – “Vetro a fili”. O vidreiro enrola a massa de vidro, integrando filamentos paralelos. Fonte: (Tait, 1995: 238) .....	133
Figura 123 - Vetro a fili. O vidreiro enrola a massa de vidro, integrando filamentos paralelos. Fonte: (Tait, 1995: 238) .....	134
Figura 124 - Vetro a fili. O vidreiro sopra um cilindro dentro de outro criando filamentos cruzados. Fonte: (Tait, 1995: 238) .....	134
Figura 125 - Vidro filigrana, Provavelmente feito pelo veneziano Jacopo Verzelini, entre 1572-1574. Londres. Fonte: (Tait, 1995: 169) .....	135
Figura 126 -“Giudecca”, Vasos em filigrana, Lino Tagliapietra, Itália. Fonte: <a href="http://www.linotagliapietra.com/installations/index.htm">http://www.linotagliapietra.com/installations/index.htm</a> .....	136
Figura 127 -Vidro multicolor opalino, gravado a ácido e à roda. Daum, 1897. Nancy. Museu de Belas Artes. Fonte: <a href="http://annuaire.idverre.net">http://annuaire.idverre.net</a> .....	136
Figura 128 - Vaso Portland, Vidro multicolor com camafeu. Pompeia, Fonte: <a href="http://annuaire.idverre.net/">http://annuaire.idverre.net/</a> .....	137
Figura 129 - Vaso ovóide com plantas e animais. Daum, 1925. Nancy. Fonte: <a href="http://annuaire.idverre.net/">http://annuaire.idverre.net/</a> .....	137

Figura 130 - Aquagraal, Edward Hald. 1966. Orrefors . Fonte: <a href="http://www.bukowskis.se">http://www.bukowskis.se</a> .....	137
Figura 131 - Vaso Graal. Knut Bergvist. Orrefors 1918. Fonte: <a href="http://www.freeformsusa.com/glass/swedish/graal.htm">http://www.freeformsusa.com/glass/swedish/graal.htm</a> .....	137
Figura 132 - Vaso Ariel, Edvin Öhrström, 1953, Orrefors. Fonte: <a href="http://www.freeformsusa.com/glass/swedish/graal.htm">http://www.freeformsusa.com/glass/swedish/graal.htm</a> .....	138
Figura 133 - Vaso "Kraka", azul e âmbar. 1954. Orrefors. Suécia. Sven Palmqvist Fonte: <a href="http://www.freeformsusa.com/glass/palmqvist.htm">http://www.freeformsusa.com/glass/palmqvist.htm</a> .....	138
Figura 134 - Garrafas “Incalmo”. Tapio Wirkkala. Oficina Venini, 1966, Itália. Fonte: <a href="http://www.designboom.com/world/venini/wirkkala/index.html">http://www.designboom.com/world/venini/wirkkala/index.html</a> .....	139
Figura 135 -Vaso "La nature", cristal soprado à “marqueterie”. Emile Gallé, 1900. Museu da Escola de Nancy. Fonte: <a href="http://annuaire.idverre.net/">http://annuaire.idverre.net/</a> .....	140
Figura 136 - Vidro multicolor, esmaltes, gravura a ácido e à roda e aplicações de plaquetas. Daum. 1910. Museu das Belas Artes, Nancy. Fonte: <a href="http://annuaire.idverre.net/">http://annuaire.idverre.net/</a> .....	141
Figura 137 - Artistas estiram o vidro com dois pontil para a produção de murrines. The Studio. Museu do Vidro de Corning, Nova Iorque.Fonte: <a href="http://www.cmog.org/">http://www.cmog.org/</a> .....	142
Figura 138 – Pisa-papéis "aurore". Millefiori na massa do vidro. Cristalaria de Saint Louis, França. 2000. Fonte: <a href="http://annuaire.idverre.net">http://annuaire.idverre.net</a> .....	143
Figura 139 - Vaso de murrine. Massimo Nordio. 1997. Murano.Museu das Artes Decorativas, Paris. Fotografia - Laurent Sully Jaulmes.Fonte: <a href="http://annuaire.idverre.net">http://annuaire.idverre.net</a> .....	143
Figura 140 - Vetro a murrine Ercole Barovier , 1948. Barovier & Toso. Fonte: <a href="http://www.barovier.it/novecento/barovier_toso/ercole_barovier.htm">http://www.barovier.it/novecento/barovier_toso/ercole_barovier.htm</a> .....	144
Figura 141 - Luxor. Avventurina murrine. Massimo Nordio, Fonte: <a href="http://www.massimonordio.com">http://www.massimonordio.com</a> .....	144
Figura 142 - Vaso "Cosmos", vidro soflado à mão com murrines e inserções. 2003.Yoichi Ohira. Italy. Fonte: <a href="http://www.wexlergallery.com/artists/secondary/ohira/index5.php">http://www.wexlergallery.com/artists/secondary/ohira/index5.php</a> .....	145
Figura 143- Vidro multicolor, vitrificação em pó, aplicações, pintura de esmalte. Daum, 1900. Museu das Belas Artes. Nancy. Fonte: <a href="http://annuaire.idverre.net">http://annuaire.idverre.net</a> .....	145
Figura 144 - Vase à la mante religieuse et à la cigale. Vidro soprado, craquelé, esmaltado com aplicações a quente. Emile Gallé, 1880. Museu da Escola de Nancy.Fonte: <a href="http://annuaire.idverre.net">http://annuaire.idverre.net</a> .....	146
Figura 145 - Alain Guillot, Verre à pied, decoração à retorti com aventurine. Fotografia Studio Cerfav. Fonte: <a href="http://annuaire.idverre.net/ENCYCLODTECH/index.shtml">http://annuaire.idverre.net/ENCYCLODTECH/index.shtml</a> .....	147
Figura 146 - Kyohei Fujita, Boîte Réminiscence on the school of Ripa, 1984. Paris.Museu das Artes Decorativas.Fotografia - Laurent Sully Jaulmes. Fonte: <a href="http://annuaire.idverre.net/">http://annuaire.idverre.net/</a> .....	148
Figura 147 - Vidro “pulegoso” soprado. Carlo Scarpa. Venini. 1934. Fonte: <a href="http://www.900divetro.it/dettaglioVetro.asp?id_vetro=24&amp;id_foto=38">http://www.900divetro.it/dettaglioVetro.asp?id_vetro=24&amp;id_foto=38</a> .....	149
Figura 148 - Daum, 1939. Coupe à large col rabattu festonné, Cristal incolor bullé com soda. Nancy. Museu das Belas Artes. Fonte: <a href="http://annuaire.idverre.net/">http://annuaire.idverre.net/</a> .....	150
Figura 149 - Pormenor do Vase balustre aux feuilles d’érable. Vidro multicolor, pós vitrificáveis, gravura a ácido. Daum, 1901. Fonte: <a href="http://annuaire.idverre.net">http://annuaire.idverre.net</a> .....	151
Figura 150 - Alain et Marisa Beqou. Vaso. 1988. Museu das Artes Decorativas, Paris.	



Fotografia de Laurent Sully Jaulmes. Fonte: <a href="http://annuaire.idverre.net">http://annuaire.idverre.net</a> .....	151
Figura 151 – Placa de mosaico com a representação da máscara de Dionísio. Provavelmente executada no Egipto, séculos I a.C. – I d.C. Fonte: (Beveridge, 2004: 11).....	152
Figura 152 – A - Vitrofusão parcial (tack fusing); B - vitrofusão total (full fusing). Fonte: (Beveridge, 2004: 81) .....	152
Figura 153 – Momento. Vitrofusão. Conceição Cabral. Museu do Vidro. Marinha Grande. 2001. Fonte: (in cat. Carvalho, 2001c) .....	153
Figura 154 – “Pienso em un Tigre”. Vitrofusão, vidro com inclusões, pedra e metal. Severino. Museu do Vidro. Marinha Grande. 2001. Fonte: (in cat. Carvalho, 2001b) .....	153
Figura 155 – Projecto desenhado por uma criança durante a visita ao museu e o objecto realizado pelos artistas do Museu do Vidro de Tacoma. Washington. Fonte: <a href="http://www.museumofglass.org/programs-and-events/design-your-own-vessel/">http://www.museumofglass.org/programs-and-events/design-your-own-vessel/</a> .....	154
Figura 156 – Sessão “hand-on” de vidro, dirigido a grupos escolares. Museu Corning. Nova Iorque. Fonte: <a href="http://www.cmog.org">http://www.cmog.org</a> .....	155
Figura 157 – Jovem modela uma vareta de vidro no bico de gás. Fonte: <a href="http://www.cmog.org">http://www.cmog.org</a> .....	156
Figura 158 – Identificação do lado estanhado do vidro float através da exposição à lâmpada UV.....	163
Figura 159 - Forno eléctrico de abertura frontal com elementos de aquecimento na parede fundeira, nas laterais, na barra e na porta. Fonte: (Beveridge, 2004: 49) .....	163
Figura 160 - Controlador digital de temperatura do forno. Fonte: (Beveridge, 2004: 50).....	164
Figura 161 - Forno de vitrofusão do tipo arca. Fonte: (Beveridge, 2004: 49) .....	167
Figura 162 - Molde em cerâmica refractária com vestígios de separador com uma ligeira cor rosa. Fonte: (Monteiro, 2004) .....	165
Figura 163 – Molde em cerâmica refractária para vitrofusão. Fonte: (Beveridge, 2004: 48).....	165
Figura 164 – Esmaltes líquidosFonte: <a href="http://www.almadovidro.eu">http://www.almadovidro.eu</a> .....	166
Figura 165 – Esmaltes líquidos. Fonte: <a href="http://www.almadovidro.eu">http://www.almadovidro.eu</a> .....	166
Figura 166 – “Escamas”. Fonte: <a href="http://www.almadovidro.eu">http://www.almadovidro.eu</a> .....	167
Figura 167 – “Stringle”. Fonte: <a href="http://www.almadovidro.eu">http://www.almadovidro.eu</a> .....	167
Figura 168 – Pasta de vidro. Fonte: <a href="http://www.almadovidro.eu">http://www.almadovidro.eu</a> .....	167
Figura 170 – Folhas metálicas: alumínio, ouro, cobre, estanho. Fonte: (Beveridge, 2004: 39).....	168
Figura 171 – Malha e fio de arame (ferro). Fonte: (Beveridge, 2004: 38).....	168
Figura 172 – Peneiro, pincéis e pinças. Fonte: <a href="http://www.almadovidro.eu">http://www.almadovidro.eu</a> .....	168
Figura 173 – Embalagem de meio oleoso ou aquoso. Fonte: <a href="http://www.almadovidro.eu">http://www.almadovidro.eu</a> .....	169
Figura 174 – Lâmpada de UV, alicates e cortadores (diamante) de vidro.....	169
Figura 175 – Óculos e luvas de protecção. ....	170
Figura 176 – Prato de vitrofusão com inclusões de cobre. ....	170

Figura 177 – Aplicação de esmalte em pó através de um coador e uma máscara de cartão (A). Prato com cavidade redonda decorado com esmaltes polvilhados entre vidros (B).....	171
Figura 178 – Preparação de tinta para vidro, através de óxidos diluídos em vinagre (A). Trabalho executado com recurso à aplicação de tintas para vidro (B).....	172
Figura 179 – Decoração do vidro float através da sobreposição de escamas e stringers de várias cores. Antes de cozer (A); Depois de cozer (B). ....	172
Figura 180 – Aplicação de pasta de vidro sobre uma lâmina float (A). Resultado após cumprir a curva de cozedura para vidro float (B). ....	173
Figura 181 – Aplicação de esmaltes líquidos sobre um vidro (A). Resultado de um trabalho idêntico após ser sujeito à curva de cozedura para vidro float (B). ....	174
Figura 182 – Pequenos pedaços de vidro coloridos sobrepostos com um filamento de fibra de vidro intercalado (A). Resultado após ser sujeito à curva de cozedura para vidro float (B).....	174
Figura 183 – Manta de fibra de vidro (A). Jarra termoformada com recurso a um volume criado através de manta de fibra de vidro para criação da cavidade. ....	175
Figura 184 – Experiências com vidros. Docentes em formação contínua. ....	176
Figura 185 – Laboração ao vivo na fábrica Jasmim. Docentes em formação contínua. ....	176
Figura 186 – Aspecto geral do stand: Glass Fusing: An Art and Science Connection no “Hands on” .....	178
Figura 187 – Visitantes no “Hands on” observam os materiais expostos.....	178
Figura 188 – Cartões com explicações técnicas no “Hands on”.....	179

## Índice de tabelas

Tabela 1 - Fonte: (APAI, 1989: 46).....	56
Tabela 2 – Grupo das maiores empresas do sector do vidro (n.d. – não divulgado). Fonte: <a href="http://www.gee.min-economia.pt/resources/docs/publicacao/ectores/Ficha_Vidro-050310.pdf">http://www.gee.min-economia.pt/resources/docs/publicacao/ectores/ Ficha_Vidro-050310.pdf</a> .....	58
Tabela 3 – Composição química de vários tipos de vidro.Fonte: in Tabela I (Doremus, 1995: 6) .....	77
Tabela 4 -Tabela de agentes de coloração. Fonte: (Doremus, 1994: 313).....	86
Tabela 5 - Percentagem de óxidos na composição dos vidros verdes. Fonte: <a href="http://www.abividro.org.br/index.php/100">http://www.abividro.org.br/index.php/100</a> , 13/11/2006 .....	91
Tabela 6 – Tabela das dimensões do vidro plano para o vidro vulgar. Fonte: <a href="http://www.cebrace.com.br/Telas/Produtos/Float.asp">http://www.cebrace.com.br/Telas/Produtos/Float.asp</a> .....	112
Tabela 7 – Quadro comparativo de temperaturas dos vários tipos de vidros planos utilizados na vitrofusão.....	161

## Índice de gráficos

Gráfico 1 – Evolução do VAB do sector do vidro de 1995 a 2003.....	57
Fonte: <a href="http://www.gee.min-economia.pt/resources/docs/publicacao/ectores/Ficha_Vidro-050310.pdf">http://www.gee.min-economia.pt/resources/docs/publicacao/ectores/Ficha_Vidro-050310.pdf</a>	
Gráfico 2 – Efeito da temperatura no processo de formação do vidro e do cristal a partir do estado líquido. Fonte: (Paul, 1990: 3).....	75
Gráfico 3 – Funções dos componentes óxidos na formação do vidro. Fonte: (Scaglioni, 1988: 11).....	78
Gráfico 4 – gráfico da percentagem dos componentes do vidro sodo-cálcico. Fonte: <a href="http://www.cebrace.com.br/telas/vidro;">http://www.cebrace.com.br/telas/vidro;</a> (Scaglioni, 1988: 4).....	79
Gráfico 5 – Espectro cromático e os reagentes. Visto em <a href="http://www.uv.es/~bertomeu/material/museo/colorim.html">http://www.uv.es/~bertomeu/material/museo/colorim.html</a> .....	85
Gráfico 6 – Sequência dos processos de fabricação de vidro plano e vidro oco. Fonte: Moderna Enciclopédia Universal (1988). .....	97
Gráfico 7 – Ciclo de cozedura do vidro. Fonte: (Beveridge, 2004: 62).....	160
Gráfico 8 - Curva de fusão para o vidro float. Fonte: (Beveridge, 2004: 62).....	161

## **Introdução**

O presente trabalho pretende contribuir para o entendimento das relações entre a Ciência e a Arte através dos objectos e técnicas do vidro, criadas e desenvolvidas ao longo dos séculos por artistas e cientistas em busca de novos materiais com novas aplicações criativas. Pretende-se também, caracterizar a relação multidisciplinar entre a Ciência e a Arte, estabelecendo uma relação causa/efeito que permita reforçar a importância da partilha de experiências no desenvolvimento das técnicas de produção do vidro e na criação de novos produtos. Tem-se ainda como propósito, relacionar os avanços da ciência com a evolução das técnicas de fabrico e a criação de novos produtos em vidro; descrever as fases de produção do vidro artístico bem como dos seus componentes e técnicas de fabrico em várias épocas; caracterizar importantes centros vidreiros nacionais e estrangeiros; contextualizar o surgimento da indústria de vidro em Portugal; identificar objectos de vidro artístico de importância relevante e seus criadores e contribuir para o aprofundamento das bases científicas da tecnologia do vidro com vista à obtenção dos melhores resultados na criação de objectos de vidro. A estreita relação entre a ciência e a arte é materializada nos vários objectos de vidro que pelas suas formas e funções diversas permitiram encantar como fascinar o mundo.

O vidro é um material duro, frágil e brilhante, e apesar de se comportar como sólido, é um líquido arrefecido, amorfo (sem estrutura cristalina). O vidro comum é obtido por fusão a cerca de 1250 °C de uma mistura de dióxido de silício, ( $\text{SiO}_2$ ), carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) e carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ). Quando aquecido, o vidro adquire propriedades plásticas, tornando-se maleável enquanto fundido. Ao longo dos tempos a sua evolução tem vindo a ser no sentido da adaptação às solicitações técnicas colocadas pelos mestres do vidro, técnicos, investigadores e cientistas. A melhoria das suas propriedades físicas como dureza, resistência, condutibilidade e fragilidade ao choque, permitem alargar o leque de aplicações à medida que a ciência aprofunda o conhecimento dos materiais.

Os objectos de vidro mais antigos feitos pelo homem foram encontrados no Egipto e na Mesopotâmia Ocidental. Durante as campanhas romanas o vidro foi difundido em larga escala, surgindo centros de produção por todo o império. Por volta do século XIII o vidro islâmico é dourado e rico em cor e revelando o domínio das técnicas do esmalte e o

conhecimento da reacção dos óxidos a altas temperaturas. A construção de catedrais e igrejas com grandes janelas e vitrais desencadeou uma procura de vidro colorido na Europa entre os séculos X e XIV. As catedrais com os vitrais mais famosos ficam em Reims e Chartres, em França. Na Idade Média o vidro de Veneza tornou-se conhecido em toda a Europa atingindo grande perfeição nos séculos XV e XVI. O vidro francês do século XVII teve uma grande importância principalmente pela inovação na produção do vidro plano para espelhos e vidraças. No século XVIII na cidade de Bristol, em Inglaterra, foi fabricado um tipo de vidro, famoso por sua cor azul forte devido à presença de cobalto. No século XVIII o cristal da Boémia suplantou o vidro Veneziano por ser mais pesado e grosso e quando lapidado por meio de diamante obteve muito sucesso em várias épocas até à actualidade. Com a era da industrialização, o vidro é amplamente difundido e utilizado passando a substituir de muitos materiais. As novas utilizações do vidro permitiram melhorar a qualidade de vida, proporcionando mais luz dentro das habitações e embalagens mais higiénicas na conservação dos alimentos.

O desenvolvimento tecnológico na fabricação do vidro e na produção de instrumentos de vidro mais sofisticados, resultaram numa informação mais exacta sobre o mundo natural e físico. A produção de vidro de melhor qualidade, como o cristal de chumbo, propiciou novas experiências de investigação, possibilitando aos cientistas melhorar a capacidade de observação através de instrumentos ópticos. A criação de instrumentação de vidro para laboratórios permitiu o desenvolvimento da química e de outras áreas científicas.

No domínio do vidro artístico, a componente manual revela-se decisiva à medida que são desenvolvidas novas qualidades de vidros e conseqüentes possibilidades de exploração estética. Em Portugal foram criados grandes centros vidreiros dos quais se destacam Oliveira de Azeméis, Ílhavo e a Marinha Grande. A diversificação das empresas e dos produtos associados ao vidro fizeram surgir durante dois séculos e meio grandes marcas de qualidade conhecidas nos mercados externos.

O fascínio que o vidro desperta transportou facilmente este material para o domínio da arte. Vários foram os artistas cujo nome ficou directamente ligado a obras de arte em vidro, tais como Daum, Lalique, Galé e Tiffany, que produziram peças de vidro recorrendo a um conjunto de técnicas inovadoras e outras antigas. Produziram no vidro

efeitos únicos, mostrando superfícies alternadamente polidas e foscas, sobrepondo camadas de cores diferentes, ou na lapidação e na gravura a ácido.

Hoje a variedade de cores, qualidades e formas é infinita, sendo o vidro um produto indispensável para a arquitectura, decoração, laboratórios, edifícios, tecnologia electrónica, etc. O vidro tem contribuído para o desenvolvimento da civilização humana como um factor transversal no desenvolvimento tecnológico, acompanhando os ciclos de mudança, adaptando-se a novas situações, proporcionando novas interpretações do mundo. A tecnologia de produção do vidro está em constante evolução, na medida em que a ciência investiga novos materiais e técnicas que inspiram criadores e designers.

O vidro pela sua abrangência revela um grande potencial de exploração na comunicação em ciência; a sua história permite relacionar factos significativos através dos objectos artísticos e dos mais variados instrumentos científicos. Os museus de arte e em particular os museus do vidro reúnem colecções de objectos de arte em vidro de grande interesse. Contudo, nem sempre as exposições destes objectos são suficientemente esclarecedoras e reveladoras da importância do vidro para a civilização humana. A diversidade de formas de comunicação e de envolvimento dos visitantes de museus é hoje uma realidade, nos programas e na dinamização dos museus do vidro. O convite à participação em ateliers e oficinas de vidro proporciona uma nova experiência, motivadora e diferente na abordagem e no contacto com o material. Este espaço de experimentação permite consubstanciar aspectos técnicos e científicos em situações reais, onde a análise e a reflexão teórica é partilhada com a criatividade e a estética.

O vidro parece ser uma constante presença no dia-a-dia, contribuindo para recriar o espaço e a forma de viver de muitas pessoas.

## **1. Metodologia de investigação**

A metodologia de investigação adoptada assentou na elaboração de uma síntese bibliográfica baseada na descoberta da informação, actividade heurística, envolvendo uma componente de análise e interpretação.

A pesquisa abarcou vários aspectos associados ao vidro e ao seu contributo para o desenvolvimento da civilização humana, reflectindo-se na sua história, nas técnicas de produção, os materiais, os equipamentos e as ferramentas. Foram consultadas obras de técnicos especialistas e artistas ligados à produção vidreira, bem como de referência científica para contextualizar e fundamentar os aspectos de rigor.

### **1.1. Os capítulos**

O desenvolvimento da investigação histórica levou ao reconhecimento de períodos decisivos para o desenvolvimento e aprimoramento do fabrico do vidro como se descreve no capítulo 2. As técnicas, os materiais e os consequentes produtos destinados a várias finalidades e de características diferenciadas representam a abrangência do vidro e a sua grande importância cultural.

O capítulo 3, centra-se no período final do século XIX e contextualiza o vidro como forma de expressão artística no movimento da Arte Nova. A importância deste período revelou-se decisiva para o ressurgimento de técnicas antigas e a criação de novos métodos de fabrico. Foi necessário inventariar os artistas, as técnicas e aspectos de inovação associados, face à produção em série, resultado da forte industrialização do sector vidreiro.

No capítulo 4, pretendeu-se reflectir sobre o trajecto da indústria vidreira nacional, destacando aspectos de âmbito histórico, permitindo caracterizar as vicissitudes de um sector industrial com altos e baixos. Ainda é relacionada alguma informação de carácter analítico referente a dados publicados em 2005 através de um documento do Gabinete de Estratégia e Estudos do Ministério das Actividades Económicas e do Trabalho, disponível em [www.gee.min-economia.pt/resources/docs/publicacao/sectores/Ficha\\_Vidro-050310.pdf](http://www.gee.min-economia.pt/resources/docs/publicacao/sectores/Ficha_Vidro-050310.pdf) e que demonstram a evolução e a importância do sector para a economia portuguesa.



No que concerne ao capítulo 5, destaca-se a importância da ciência para o desenvolvimento do fabrico do vidro. Neste capítulo a investigação foi orientada pelas teorias científicas, princípios e conhecimentos relacionados com as propriedades dos materiais. Foram associados conceitos relacionados com a fusão, a temperatura, a condutividade, a refração, a viscosidade, a compatibilidade, etc. Vários são os aspectos científicos aqui abordados e que se entendem essenciais para o desenvolvimento e compreensão geral do documento.

No capítulo 6, aborda-se o conceito tecnológico associado à produção dos vários tipos de vidro, destacando-se qualidades, características, formas e finalidades. São também enumerados vários processos de fabrico do vidro, permitindo uma visão sobre a evolução tecnológica ao longo dos tempos.

Já no capítulo 7, listam-se as várias técnicas artísticas do vidro, referenciando o passado e o presente, e os seus mais representativos artistas.

No capítulo 8, procura-se realçar os aspectos transdisciplinares que o vidro suscita, as formas de divulgação do vidro e as actividades promovidas através dos museus do vidro. Neste capítulo são desenvolvidos aspectos técnicos e científicos ligados à técnica da vitrofusão, exemplificando materiais e ferramentas necessárias para a realização de objectos em vidro.

O capítulo 9, surge como uma reflexão sobre as oficinas de formação intituladas “Do vidro se faz Arte”, que se apresentam como proposta de sensibilização para a cultura do vidro, introdução aos métodos de fabrico e técnicas simples de criação de objectos de arte em vidro.

## **1.2. Visitas aos Museus**

Durante os meses de Fevereiro, Abril, Maio e Junho foram realizadas visitas a cinco museus. Inicialmente estava previsto visitar o Museu do Vidro da Marinha Grande, o Museu Calouste Gulbenkian e o Museu da Vista Alegre, mas por factos ocasionais foi possível visitar, em Fevereiro, a ilha de Murano em Veneza e presenciar a laboração do vidro ao vivo bem como várias exposições de objectos de arte em vidro e algumas lojas e ateliers aí existentes. Em Maio, também foi realizada uma visita ao Museu de Arte Déco de Salamanca, que possui uma colecção representativa deste movimento, reunindo um

conjunto de objectos de vidro produzidos pelos mais ilustres artistas da época como Lalique, Daum e Gallé.

A visita ao Museu Gulbenkian revelou uma colecção de objectos de arte islâmica destacando-se as lâmpadas de vidro das mesquitas com decorações em esmalte. Também está representado René Lalique com um conjunto de objectos em vidro em joalheria.

### **1.3. Fontes consultadas**

Devido à abrangência do tema “vidro”, foi recolhida uma grande quantidade de informação através de consultas bibliográficas, pesquisas em sites e motores de busca, crónicas, publicações, boletins da Sociedade Portuguesa de Química e similares estrangeiros. Foi encontrada uma vasta bibliografia relacionada com o vidro nas bibliotecas da Universidade de Aveiro e da sua extensão Escola Superior Aveiro-Norte em Oliveira de Azeméis. Algumas obras foram encontradas e consultadas nas bibliotecas municipais de Santa Maria da Feira e do Porto. Também foram consultados catálogos de exposições do Museu da Marinha Grande e do Museu Calouste Gulbenkian.

## 2. A história do vidro

### 2.1. A descoberta

A descoberta do vidro constitui, sem dúvida, um dos acontecimentos mais importantes da história cultural. Segundo Beveridge (2004:10) “desde as suas origens, tem surpreendido pelas suas características únicas, como a transparência ou a translucidez e o brilho, revelando a sua versatilidade e o brilho”, com variadas possibilidades estéticas em aplicações funcionais.

Os gregos usavam diferentes palavras para denominar o vidro. O termo *Hyalos* era usado para designar o vidro ou algum material húmido, brilhante ou molhado, podendo até ser uma gota da chuva. Esse também servia igualmente para definir as qualidades morais de uma pessoa, fazendo referência à transparência e à nitidez (Beveridge, 2004:10). A palavra *krystallos*, que significa gelo ou água gelada, era também empregue como sinónimo de vidro ou cristal de rocha (Beveridge, 2004:10).

No entanto a palavra latina *vitrum* acabaria por prevalecer identificada com a transparência, em virtude da sua raiz *uid*, isto é, ver, que realça uma das qualidades do vidro, a transparência, a possibilidade de ver através do material (Beveridge, 2004: 10).

Como ocorre com grande parte dos materiais ditos antigos, o descobrimento da fabricação do vidro é, geralmente, incerto.



Fig.1 - Cristal de trona.  
Fonte: (Scaglioni,1988: 30)

Não há uma data muito precisa para a descoberta do processo do vidro, segundo Ribeiro (1999:20), seria algo em torno de 2500 a.C. Vários autores referem Caio Plínio II (23-79 d.C.), historiador romano, que para além de descrever a composição e a manufatura do vidro na sua enciclopédia, *História Natural*, atribui a descoberta do vidro a mercadores fenícios (Tait, 1999: 21). Plínio situa o acontecimento no Mediterrâneo

Ocidental, próximo do rio Belo (Beveridge, 2004: 11) onde os mercadores fenícios ao ancorarem as suas embarcações junto ao litoral recorriam a blocos de nitro (trona), isto é, salitre (fig.1), (Beveridge, 2004: 11) para sustentar na areia os recipientes para preparar a comida “observaram que dali fluíam riachos de um líquido desconhecido. E essa seria a origem do vidro” (Plínio, in Tait, 1999, 21). Esta narrativa apesar de revelar coerência na enumeração dos materiais que compõem o vidro, parece ser entendida mais como uma lenda, resultado da tradição oral. Segundo Beveridge (2004:11), seria difícil obter uma fusão que resulta-se em vidro.

Os vidros não são produto exclusivo da acção do homem. Os chamados vidros naturais (Zerwick, 1980: xxv) podem ser formados quando alguns tipos de rochas são fundidas a elevadas temperaturas e, em seguida, solidificadas rapidamente. Tal situação, por exemplo, pode ocorrer nas erupções vulcânicas (Zerwick, 1980: 227). Os vidros naturalmente formados, denominados por obsidiana (fig.2) e tectítes (Zerwick, 1980: 227), permitiram ao homem na Idade da Pedra confeccionar ferramentas de corte para o uso doméstico e para a sua defesa (Zerwick,1980: xxv).

A obsidiana é uma rocha vulcânica obtida através de um arrefecimento muito rápido da lava. As obsidianas são muito duras e brilhantes, e quando quebram, ou fracturam, apresentam bordos muito afiados. Já as tectítes são objectos de vidro que os cientistas pensam resultar da fusão das rochas terrestres através do impacto a alta velocidade de objectos grandes, extraterrestres (Zerwick: 1980: 227). Assemelham-se superficialmente à obsidiana na aparência e na composição química embora apresentem diferenças.



Fig.2 - Obsidiana "flocos de neve".  
Fonte: <http://www.rc.unesp.br/musudpm/rochas/magmaticos/obsidiana.html>

As características destes vidros naturais fizeram com que logo alcançassem alto valor ao longo da história, a ponto de os considerarem como material precioso, sendo encontrados em adornos nas tumbas e engastados nas máscaras mortuárias de ouro dos antigos Faraós egípcios.

## 2.2. O vidro no Egito

Os objectos mais antigos em vidro que se conhecem datam de 3000 a.C., em plena Idade do Bronze, provenientes da Mesopotâmia (Beveridge, 2004: 11) e são resultantes de experiências com vidrados cerâmicos. Geralmente eram pequenos como “contas”, com os quais se procurava imitar as qualidades físicas das pedras preciosas. Esses objectos eram na sua maioria de cor azul e verde (fig.3) sendo as contas feitas a partir do corte do vidro e do polimento.

A antiga manufactura do vidro poderá estar directamente relacionada com a olaria que florescia no Alto-Egipto. Ao submeter a cerâmica ao fogo, a presença da areia combinada com o carbonato de cálcio e o sobreaquecimento do forno da olaria poderia ter resultado num esmalte colorido na cerâmica.

Beveridge (2004: 11) aponta para o ano 1650 a.C., quando se deu início à produção de pequenos recipientes de vidro através da técnica do “núcleo prévio” ou “núcleo de areia”, que se tornaria, um dos processos mais utilizados e difundidos até ao aparecimento do vidro soprado.

No Egito, até 1500 a.C., o vidro era produzido independentemente da cerâmica (Tait, 1999: 21), resultando em artigos separados. Durante as escavações do túmulo do Faraó Tutmosis III, da 18ª dinastia, foram encontrados vasos de vidro colorido (fig.4) como imitação de pedras preciosas. Por volta de 1390 a.C., com o Faraó Amenofis III, os vidreiros egípcios generalizaram a produção de jóias e pequenos vasos (Tait, 1999: 26). Estes viriam a desenvolver técnicas de fabricação recorrendo a moldes de areia e de argila onde vertiam e modelavam directamente o vidro viscoso.

A técnica do núcleo prévio ou núcleo de areia consiste no recurso a um molde composto por areia, barro e materiais



Fig.3 – Contas de pasta vítrea. Necrópole de Fonte Santa, Ourique. I Idade do Ferro. Museu Nacional de Arte Antiga.

orgânicos, preso a uma vara metálica (Beveridge, 2004: 11). O artesão mergulhava a forma unida à vara no vidro derretido, executando um movimento de rotação constante para que o vidro cobrisse toda a superfície do núcleo. Posteriormente era modelado e decorado com aplicações de vidro em “cordas” e “penteados” (fig.5) e submetido novamente ao fogo para incorporação na massa vítrea.

Outro processo de fabrico de objectos de vidro consiste na utilização de um molde com parede dupla, onde o vidro é pressionado até ficar metido entre as cavidades adquirindo assim a forma do “negativo” do molde (Beveridge, 2004: 11). Nesta altura também surgiria uma técnica, mais tarde denominada por pasta de vidro, e que resulta da aplicação de vidro “pulverizado” (Beveridge, 2004: 12) contra as paredes de um molde e posteriormente fundido no forno. Esta técnica teve uma grande difusão na Mesopotâmia, no Egipto, em Creta e nas ilhas Fenícias (Beveridge, 2004: 12).

Havia assim muitas actividades do vidro no vale do Nilo, de Alexandria a Luxor, de tal modo que se pode falar de uma indústria do vidro.

### 2.3. O vidro e o bronze



Fig.4 – Vaso em vidro colorido imitação de turquesas. 18ª Dinastia, Tutmosis III, cerca de 1425 a.C.  
Fonte: (Tait, 1995: 27)



Fig.5 – Frascos para tintas em forma de palmeiras. Cerca de 1375 a 1275 a.C.  
Fonte: (Tait, 1995: 32)

Do ponto de vista histórico, o vidro e o bronze aparecem frequentemente juntos desde que há laços técnicos entre o processo de fusão destes dois antigos materiais artísticos (Pfaender, 1983: 1). Outras teorias, consideram o vidro um subproduto da fundição do bronze (Zarzycki, 1982: xxv).

As fornalhas usadas para o bronze e a cerâmica eram insuficientes e demasiado simples para fundir um vidro de melhor qualidade e assim permitir maior facilidade no manuseamento e na exploração da forma. Poucos povos dominaram a arte do vidro (Pfaender, 1983: 1). Durante um longo período de tempo, o desenvolvimento do vidro foi condicionado ao pouco conhecimento e controlo do estado das técnicas de fusão (Pfaender, 1983: 1).



Fig.6 - Placa de argila com “receitas” em escrita cuneiforma para produzir vidros coloridos.  
Fonte: (Zerwick, 1980: 8).

## 2.4. O vidro na Mesopotâmia

Por volta de 1500 a.C., surgiu na Mesopotâmia a técnica do “mosaico” com a qual se elaboraram alguns dos mais belos objectos de vidro da Antiguidade (Beveridge, 2004: 12). Esta técnica consiste em criar um objecto de vidro a partir da fusão de vários elementos, dispostos num molde e aquecidos num forno até se soldarem uns nos outros, mas sem se misturarem. Também na Mesopotâmia foi encontrada uma placa de argila pertencente à biblioteca do palácio do rei assírio Assurbanipal (669-626 a.C.), em Nínive contendo inscrições com receitas (fig.6) para a fabricação do vidro (Pfaender, 1983: 2). Essa placa contém caracteres cuneiformes que descrevem a forma de produzir vidro: “(...) junte 60 porções de areia, cinzas de 180 porções de plantas do mar, 5 porções de giz - e conseguirá obter vidro” (Pfaender, 1983: 2). Esta composição de vidro contém

essencialmente todos os materiais hoje usados, embora as proporções sejam um tanto diferentes (Pfaender, 1983: 2).

A pequena quantidade de areia, terá conduzido à conclusão que as temperaturas de fusão ideais, durante o último milénio antes de Cristo, não eram ainda muito elevadas e era somente possível fazer vidro macio para formar vasos simples e outros objectos (Pfaender, 1983: 2).

## 2.5. O vidro no período Helenístico

A conquista do Egipto pelos Gregos no período helenístico, entre os séculos IV e III a.C., fez renascer a manufactura do vidro nessa região (Beveridge, 2004: 13). A grande qualidade alcançada promoveu os vidros de Alexandria ao estatuto das peças fenícias de Sídon. Nesta altura os objectos mais comuns eram produzidos através da técnica do núcleo prévio e para além das suas funcionalidades tinham bastante aceitação como adorno (Beveridge, 2004: 11).

Os recipientes permitiam conservar, servir ou armazenar alimentos sólidos e líquidos, medicamentos, óleos e perfumes, sendo também preferido a outros materiais pelas suas propriedades únicas como brilho, cor e impermeabilidade.

O vidro era considerado do ponto de vista da conservação mais adequado, uma vez que os objectos metálicos e de cerâmica normalmente alteravam os sabores dos alimentos. Segundo Beveridge (2004: 13), foram muitas as aplicações dadas ao vidro chegando a ser



Fig.7 – Taça em *mosaico* de vidro. Originária do Mediterrâneo Oriental. Século II a.C. Fonte: (Tait, 1999: 48)



Fig.8 – Prato largo em *mosaico* de vidro. Canosa, Sul de Itália. Entre 225-200 a.C. Fonte: (Tait, 1999: 48)



empregue com função terapêutica e como ingrediente de certos medicamentos destinados, por exemplo, a tratar doenças gástricas. Além disso, o vidro seria moído para ser usado como dentífrico (Beveridge, 2004: 13).

Após a morte de Alexandre “ O Grande” em 325 a.C. (Tait, 1999: 47) o estilo Helenístico do vidro emergiu, dando início a uma florescente criatividade e desenvolvimento de técnicas de decoração (Tait, 1999: 48).

Alguns objectos encontrados em tumbas em Canosa no sul da Itália revelaram taças e pratos (figs.7-8) feitas na técnica do mosaico de vidro precursora do início da produção vidreira romana.



Fig.9 – Localização das principais regiões e centros de produção do vidro.  
Fonte: (Douglas, 1972: p.16; Tait, 1999: 22)

A produção do vidro desenvolveu-se nas margens dos rios Tigre e Eufrates nos locais dos actuais Iraque, Síria, Chipre e Rodes (Douglas, 1972:16) (fig.9).

Os artesãos sírios, na área entre Sidon e Babilónia, por volta de 100 d.C., fizeram uma descoberta decisiva com a invenção da técnica da soflagem (Tait, 1999: 48). Esta

técnica é baseada na utilização de um tubo de ferro com aproximadamente 100 a 150 cm de comprimento e 1cm de diâmetro (Melo, 1970: 76).

O tubo, tecnicamente é designado de “cana”, tradução da palavra *canne* com que os franceses denominam o instrumento (Melo, 1970: 75). Tem um punho isolado com um bocal (embocadura) numa das extremidades por onde o vidreiro sopra, insuflando uma porção de vidro no estado viscoso na outra extremidade da cana (fig.10). O vidreiro começa por insuflar um objecto de corpo oco que posteriormente é trabalhado com a ajuda de ferramentas.

Moldar o vidro com recurso à soflagem permitiu que fossem criados vasos redondos e baixos, mas também espessuras finas e vidros multifacetados.

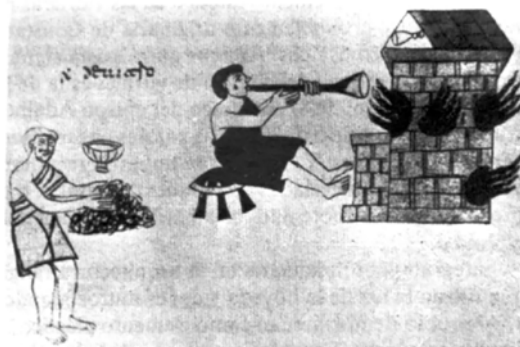


Fig.10 – Representação mais antiga que se conhece de um forno para fabricação de vidro, num manuscrito do século XI da obra *De originibus rerum*. Fonte: (Navarro, 1985: 21 )

## 2.6. O vidro no período do Império Romano

Os Romanos a partir do século I a.C., fizeram a unificação política e económica do Mediterrâneo (Beveridge, 2004: 14). As relações do comércio livre entre os povos do Império Romano, as estradas e redes de transporte e a administração romana conduziu ao progresso económico (Pfaender, 1983: 4). A actividade ligada ao vidro teve assim o seu primeiro período de florescimento. Havia um grande número de vidreiros nas campanhas romanas, tal como em Roma (Pfaender, 1983: 4). Os vidreiros romanos fixavam-se geralmente nas proximidades dos locais de extracção de areia embora ficassem dependentes da importação do carbonato de cálcio do Egipto e da Síria, facto que se prolongaria até à Idade Média (Pfaender, 1983: 4).

A técnica da soflagem foi rapidamente adoptada, fazendo com que o vidro pudesse ser adquirido por um amplo sector da sociedade, passando a ser muito usual em utensílios diários (Beveridge, 2004: 14). Os romanos passaram a associar as técnicas mais antigas com processo do vidro soprado. Um exemplo foi o vidro mosaico (Beveridge, 2004: 14).

No século I d.C., por todas as partes do Império Romano existiram vidreiros, do Império Romano do Oriente às Ilhas Britânicas, da Península Ibérica ao Reno. (Tait, 1999: 66)

Nessa altura, em Alexandria, a introdução do óxido de manganês na composição do vidro combinado com o melhoramento das fornalhas resultou na primeira tentativa bem sucedida de fazer o vidro incolor (Pfaender, 1983: 4).

A capacidade de produzir temperaturas mais altas e o aperfeiçoamento da técnica de controlo sobre a atmosfera de combustão permitiu melhorar a qualidade do vidro devido à fusão mais completa dos materiais constituintes (Pfaender, 1983: 4).

Os fabricantes de vidro romanos também começaram a identificar os seus produtos com o logótipo das suas firmas (fig.11), e venderam-nos durante todo o período do império romano (Pfaender, 1983: 4).



Fig.11 – Garrafa de vidro com fundo gravado. Finais do século I – início do séc. II d.C.  
Fonte: (APAI, 1989: 21)



Fig.12 – Vaso de *vidro-diatreta*. Mediterrâneo Oriental. Primeira metade do século IV.  
Fonte: (Beveridge, 2004: 14)

A ostentação dos imperadores romanos forneceu um ímpeto adicional à fabricação do vidro com a procura de vidros luxuosos artisticamente decorados com filigranas (APAI, 1989: 22), o mosaico e as decorações gravadas na forma. Outras técnicas resultaram da procura e inovação de processos formativos ou decorativos como o “vidro-camafeu”, o “vidro-diatreta”, e o “vidro-dourado”, entre outros (Beveridge, 2004: 14). O vidro diatreta consistia numa complexa técnica de talhar peças de vidro de paredes grossas (fig.12), criando uma retícula de motivos epigráficos ou geométricos na sua superfície.

Após a queda do Império Romano o vidro continuou a ser produzido nas várias províncias ocidentais mas com menor qualidade que na região do oriente a que se denominaria de civilização bizantina (Beveridge, 2001: 14).

## 2.7. O vidro Islâmico

A arte do vidro da civilização islâmica, de que se conhecem artefactos desde o século VII, desenvolveu-se a partir de técnicas anteriormente cultivadas pelos fenícios, romanos e sassânidas<sup>1</sup>, e deu, um contributo importante ao mundo ocidental (Ribeiro, 1999: 20).

Os exércitos árabes conquistaram muito do que é agora o Egipto, o Próximo Oriente e o Irão. Aqui os muçulmanos encontraram florescentes indústrias de vidro, que continuaram a produzir grandes quantidades de objectos (fig.13) para o uso diário.

Nos primórdios do Islão já se praticava a técnica do vidro soprado em molde, a gravação à mão ou à roda e a adição de matéria vítrea com aplicação de fios, cordões,



Fig.13 – Taça. Vidro sassânida que seria continuado no período islâmico. Século V-VI. Fonte: (Tait, 1999: 115)

<sup>1</sup> O período de Sassanian, testemunhou a realização da mais elevada civilização persa, e constituiu o último grande império iraniano antes da conquista muçulmana.

Visto em: <http://www.artarena.force9.co.uk/sass1.htm>, 06/06/2006.

pastilhas e protuberâncias (Ribeiro, 1999: 20). Os vidreiros islâmicos introduziram as fórmulas e as novas decorações baseadas na arte islâmica como: o ornamento geométrico, os motivos vegetalistas e a caligrafia. O vidro islâmico foi produzido entre os séculos VIII e XIX, podendo destacar-se três períodos entre os séculos VIII e XI, os séculos XII e XV e os séculos XVII e XIX (Tait, 1999: p.112-143).

Os objectos criados em cada período são bastante distintos reveladores de uma constante procura pela inovação formal e técnica. No século IX, os vidreiros islâmicos começaram a criar jarras com decoração linear que incluía motivos vegetais, animais e inscrições.

Os vidreiros islâmicos também herdaram uma longa tradição do acabamento a frio, usando instrumentos manuais, decorando, lapidando, moendo e lustrando através da rotação de uma roda com abrasivos (Beveridge, 2001: 15). Até ao século X, produziram grandes quantidades de vidro de corte (lapidado) em diversos estilos. Muito do vidro de corte produzido pelos artesãos islâmicos assemelhou-se ao cristal de rocha pela sua transparência (fig.14). Os vidreiros deram forma a este material em objectos lisos decorados por lapidadores<sup>2</sup>. Esta decoração envolvia remover o fundo e o interior do objecto e criar desenhos em relevo.

O vidro islâmico produzido entre o século X e o século XI, já era colorido à



Fig.14 - Jarras. Pérsia, Século VIII – X. Fonte: (Tait, 1999: 17)



Fig.15 - Vaso. Provavelmente Síria, final do século X. Museu de arte islâmica, Qatar. Fonte: <http://www.cmog.org>

<sup>2</sup> Vidreiro que executa cortes na superfície do vidro com a ajuda de um diamante ou de uma pedra de grande dureza. *Do lat. lapidāre*. Lapidar é a arte de talhar e polir as facetas das pedras preciosas. (Dicionário da Língua Portuguesa, Porto Editora, 2006.)

excepção dos objectos para o uso diário.

Os decoradores na região da Síria e do Egipto, já recorriam à pintura com reflexo metálico e produziam objectos dourados de vidro no século X (Ribeiro, 1999: 24).

Nos dois séculos seguintes, produziram grandes quantidades de vidro de muitas formas e tamanhos com ornamentos brilhantes em policromia (Ribeiro, 1999: 24).

O desenvolvimento da pintura a esmalte levou à transformação da superfície do vidro numa base para pintura (fig.15). A introdução de um espectro de cores permitiu a transmissão de mensagens visuais complexas e temas iconográficos (Ribeiro, 1999: 46). Fazer este vidro, requeria imaginação artística e perícia técnica. A possibilidade de pintura policromática também fez alterar os volumes dos objectos em vidro para formas mais simples e lisas, próprias para uma pintura a duas dimensões.

Neste período também surgem os primeiros recipientes dourados. Estes objectos eram pequenos em forma de copos, frascos (fig.16) e garrafas.

O dourado é aplicado sobre o vidro através da mistura do pó de ouro com um meio líquido e retocado através de aquecimentos sucessivos no forno. O esmalte é realizado de uma maneira similar. O vidro em pó é aplicado em suspensão, através da pintura a pincel; a seguir é aquecido até que o esmalte funda com a superfície do vidro (Ribeiro, 1999: 24). Os esmaltes devem ser aplicados com



Fig. 16 – Frasco. Vidro dourado e esmaltado. Síria. 1250-60.  
Fonte: (Tait, 1999: 133)



cuidado para assegurar que as várias cores fundam a temperaturas ligeiramente diferentes.

Fig.17 - Lâmpada de suspensão. Egipto ou Síria. Século XIV. Museu Gulbenkian, Lisboa.  
Fonte: (Ribeiro, 1999: 78)

A cor que funde à temperatura mais alta é submetida ao fogo em primeiro lugar e a que funde à temperatura mais baixa é adicionada por último. A aplicação da decoração em estágios, permitiu aos vidreiros evitarem o perigo das cores se misturarem e alterarem o efeito pretendido.

A profusão de objectos dourados, tornou flagrante o paralelismo com os seus modelos de metal. A disposição dos motivos decorativos também é reveladora da influência do trabalho em metal (Ribeiro, 1999: 46).

O período de desenvolvimento mais significativo do vidro islâmico ocorreu entre os séculos XIII e XIV. Neste período assistiu-se a uma sofisticação dos vidros esmaltados e dourados, como as lâmpadas de mesquita (fig.17), jarras e taças (Beveridge, 2004: 15). Essas peças viriam a ter muita aceitação na Europa medieval, onde a produção de vidro atravessava uma fase de estagnação desde a queda do Império Romano.

### 2.7.1. A influência do vidro islâmico

A posterior expansão da civilização muçulmana para oriente começou por levar à exportação dos objectos em vidro, alargando as técnicas aos países como a Índia, como já acontecera anteriormente com a China através das rotas comerciais (Beveridge, 2004: 15). Os objectos eram decorados com inscrições que identificam os sultões importantes cujas datas são conhecidas. Muitos dos objectos deste período apresentam figuras humanas e animais revelando o contacto com outras culturas.



Fig.18 – Fénix em voo. Pormenor do bojo da garrafa (fig.23).  
Fonte: (Ribeiro, 1999: 51)

Motivos do extremo oriente como a fénix mitológica (fig.18), ou *feng huang*, transporta uma série de alusões na literatura e pensamento chineses (Ribeiro, 1999: 51). Os vidros islâmicos antigos e luxuosos (fig.19) são mais valorizados do que os europeus pela sua aparência exótica e sofisticação técnica.



A partir do século XVIII, com a chegada de artefactos à Europa vindos do Oriente os europeus rendem-se à beleza e ao brilho dos vidros esmaltados com decorações figurativas.

Um século depois, o vidro é objecto de grande interesse, fruto de uma atracção revivalista movida pelo romantismo da época. O interesse dos artistas europeus cresce pelo vidro dourado e esmaltado produzido na Síria e no Egipto.

As lâmpadas nessa altura eram muito procuradas pela mestria técnica e também pelos elementos heráldicos considerados percursos da heráldica europeia (Ribeiro, 1999: 97)

As Exposições Universais que tiveram lugar em Londres, e Paris, respectivamente em 1851 e 1855, contribuíram também para aumentar o gosto pela arte islâmica em geral. Também os vidros islâmicos revelaram uma certa influência europeia registada em relatórios e pelas ilustrações dos manuscritos. Um exemplo particular é o frasco “rosewater” (fig.20) de garganta de cisne que foi concebido como sistema de extinção de incêndios produzido no século XVIII ou XIX no Irão. Na segunda metade do século XIX, os melhores mestres vieram de uma oficina famosa da refinaria erigida em Kamenický Šenov na antiga Checoslováquia por um homem de negócios de Viena de nome Ludwig Lobmeyr.



Fig.19 – Garrafa dourada e esmaltada. Egipto ou Síria, século XIV.



Fig.20 - Frasco “rosewater” de garganta de cisne, Irão, séculos XVIII-XIX. Museu do vidro de Corning, Nova Iorque.

Fonte: <http://www.cmog.org>

A firma Viennese de Lobmeyr e outras companhias produziram o vidro dourado para mercados do médio oriente e egípcio com decoração “moura” e turca.

O vidreiro, Philippe-Joseph Brocard de Paris, era um exímio restaurador de antiguidades que se interessou pelas lâmpadas de mesquita, e dedicou-se também ao estudo da vidraria islâmica (fig.21).

Em 1867, Brocard apresentou na Exposição Universal de Paris as suas primeiras cópias de vidros orientais. Outros artistas acompanharam o interesse pela criação de imitações de arte islâmica como António Salviati e Gallé, este último seria apresentado ao lado de Brocard, na Exposição Universal de 1878.

A lâmpada de mesquita (fig.22) em miniatura, assinada por “E.Gallé, Nancy”, e datada de 1884, é uma peça invulgar, dedicada à terra, ao vidro e à pedra (Ribeiro, 1999: 102). Este objecto terá sido apresentado na VIII Exposição da *Union Centrale des Arts Decoratifs*, em que Gallé foi homenageado.



Fig. 21 – Taça com pé. Philippe-Joseph Brocard, 1870. Paris, França. Fonte: (Ribeiro, 1999: 126)



Fig.22 – Lâmpada de mesquita (miniatura). Émile Gallé, Nancy. França. 1884. Fonte: (Ribeiro, 1999: 126)

## 2.8. O vidro de Veneza

Veneza evoluiu no centro da arte ocidental do vidro e chegou a empregar mais de 8.000 pessoas na indústria de vidro veneziano (Pfaender, 1983: 7). Por volta do Século XIII os venezianos fizeram entrar nas suas oficinas os artistas gregos (Melo, 1970:2) que possuíam grandes conhecimentos. Começou então uma longa série de prosperidade e de primazia sobre outros centros de produção de vidro.

Os comerciantes de Veneza dominaram o comércio no mediterrâneo entre os séculos XV e XVII onde a fabricação do vidro alcançou o seu auge (Pfaender, 1983:7).

A arte da fabricação do vidro foi sumariada em Pisa, em 1612 por António Neri em *L'Arte Vetraria* (Doremus, 1994: 2). Também os desenhadores de vidro veneziano foram influenciados fortemente por muitos aspectos da arte islâmica.

Em 1457, o governo de Murano, em Veneza, concedeu o primeiro privilégio para a elaboração de “cristallo” a Ângelo Barovier (Beveridge, 2004:16). O vidro produzido segundo a fórmula de Barovier era perfeitamente incolor e cristalino, cujo nome resultaria do cristal de rocha, um mineral translúcido e sem qualquer coloração.



Fig. 23 – Taça com cabeça de leão moldada no pé. *Façon de Venise*, Antuérpia. 1559.  
Fonte: (Tait, 1999:162)



Fig.24 – Vaso em lattimo (vidro branco opaco), com decoração em esmalte. Veneza, 1500.  
Fonte: (Tait, 1999: 160)

A técnica de descoloração baseava-se na antiga tradição romana de acrescentar manganês à massa vítrea (Beveridge, 2004: 16).

As taças com asas ocas, pés com relevos e com a cabeça de leão (fig.23) identificavam a origem e caracterizaram o ponto alto da arte do vidro veneziano.

Os vidreiros do norte da Europa, inicialmente nos países baixos e na Alemanha, aprenderam a tradição veneziana através de operários que conseguiram fugir de Murano. Estes vidreiros enfrentaram a ameaça de morte se divulgassem as fórmulas (Pfaender, 1983: 7).

Um grupo de venezianos poderosos, intitulado de “Conselho dos Dez” (Melo, 1970: 3), proibiu a saída dos operários para o estrangeiro tomando a seu cargo, em 1490, a administração da ilha de Murano. Para aí, tinham sido já transferidas todas as oficinas, para exercer uma rigorosa vigilância (Melo, 1970: 2). Veneza guardou ciosamente as suas receitas do vidro, especialmente para o vidro de cristal.

Veneza, aperfeiçoou, também, outros tipos de vidro. O vidro de cor azul ou verde, entre outros, elevou o estatuto do vidro veneziano comparado com peças executadas em minerais muito estimados.



Fig.25 – Ânfora em vidro calcedônio, mistura de preto, verde e ocre. Murano, Veneza. Séc. XVII. Fonte: <http://www.jurubeba.it/>



Fig.26 – Vaso de asas, fação de Venise. Provável da Catalunha, Espanha. Século XVI. Fonte: (Tait, 1999: 161)

O vidro branco *lattimo* (de *latte*, isto é, leite), (Beveridge, 2004: 16) resulta da adição de óxido de estanho durante o processo de fusão. Este vidro (fig. 24) viria a ser muito procurado pela sua semelhança com a porcelana chinesa.

As técnicas romanas também viriam a ser recuperadas como é o exemplo do vidro calcedónio (fig.25), que imita a calcedónia, e a técnica que imita o mosaico, o “millefiori” (Beveridge, 2004: 16). Veneza contribuiu fortemente para o enriquecimento das técnicas de fabrico com o vidro filigrana, a gravura a ponta de diamante e o vidro gelado.

A sofisticação e complexidade dos trabalhos, influenciados pela introdução do estilo barroco, no século XVII, levaram à imitação e ao reconhecimento de um estilo próprio à la façom de Venise (fig.26) por toda a Europa (Beveridge, 2004: 16).

Hoje, Murano continua a tradição da produção de vidros manuais, decorativos e utilitários, nas mais diversas cores, apreciados em todo o mundo.

## 2.9. O vidro na Alemanha

A Abadia de Lorsch, na Alemanha, possui o vitral figurativo mais antigo<sup>3</sup> conhecido no Ocidente. A representação assemelha-se à face de Cristo e pertence ao final do século X (fig.27). Tal facto traduz, assim, um dos mistérios com que os historiadores se têm deparado ao tentarem estabelecer o percurso evolutivo desta arte, pois a vitralaria parece surgir, de forma aparentemente espontânea, agregada à arquitectura europeia por volta dos séculos X e XI, mas numa fase já madura, o que constitui natural motivo de perplexidade, pois não se conhecem períodos intermédios de desenvolvimento.



Fig. 27 – Vitral com a face de Cristo na Abadia de Lorsch. Século X.  
Fonte: [www.revistatemas.com/contacto/NewFiles/Contacto6.html](http://www.revistatemas.com/contacto/NewFiles/Contacto6.html)

<sup>3</sup> Visto em [www.revistatemas.com/contacto/NewFiles/Contacto6.html](http://www.revistatemas.com/contacto/NewFiles/Contacto6.html), 19/10/2004.

A vinda de operários venezianos para a Alemanha permitiu aperfeiçoar os processos de fabrico do vidro (Melo, 1970: 2). O vidro alemão diferenciava-se principalmente pela aplicação de esmaltes na reprodução de desenhos. Esta técnica teve o seu auge na região da Boémia, onde aí se viria a iniciar o fabrico do vidro e do cristal recorrendo a fundentes potássicos (Pfaender, 1983: 8) de grande qualidade.

O recurso à gravação e lapidação do cristal com gemas e pedras duras conferia às peças de paredes grossas (fig. 28) um aspecto idêntico ao cristal de rocha (Beveridge, 2004: 17).

Os espelhos de qualidade também surgiram na Alemanha no século XIII, através do revestimento da chapa de vidro com uma camada de antimónio. Esta descoberta foi melhorada mais tarde pelos artesãos venezianos, mas o formato do espelho manteve-se essencialmente inalterado.

A Boémia, como a França e os Países Baixos, copiaram o estilo veneziano com os meios disponíveis e materiais encontrados na região.

O cristal da Boémia acabou por ter uma aplicação generalizada despertando o interesse dos franceses pelos seus espelhos e lâmpadas.

O centro da Europa procurou, cada vez mais, o novo estilo aristocrático associado às peças da Boémia que acabariam por destronar antes do final do século XVIII o vidro de Murano. Também se deve aos vidreiros alemães da região da Boémia a redescoberta de uma técnica antiga do século I, o “vidro ruby”.

Andreas Cassius, médico em Hamburgo, em 1676, relatou a descoberta de propriedades de coloração vermelhas de uma solução de cloreto de ouro (Tait, 1999: 182),



Fig. 28 - Cristal lapidado com aplicações em prata de Paulus Eder. Nuremberga. Alemanha. Final do século XVII.  
Fonte: (Tait, 1999: 181)

chamada subsequentemente “roxo de Cassius”<sup>4</sup>. O vidro ruby foi produzido, em 1679 pelo químico e técnico do vidro, Johann Kunckel von Löwenstern, de Potsdam, que manteve a receita em segredo (fig.29).

A dificuldade em produzir esta cor baseia-se no facto que o vidro no início aparecer cinzento e só após reaquecimento ficar vermelho.

Este segredo manteve-se até ser descoberto pelos vidreiros de Ehrenfeld no fim do século XIX. Entretanto os vidreiros da Boémia produziram uma máscara ruby usando o cobre, dando ao objecto de cristal uma fina camada de vidro ruby com posterior lapidação, transformando-o num produto característico da Boémia do século XIX.



Fig. 29 - Taça em vidro ruby, com tampa, Tobias Baur, 1685-1735. Sul da Alemanha. Fonte: (Tait, 1999: 183)

## 2.10. O vidro na Inglaterra

Uma das referências mais antigas em Inglaterra é a “compra de vidro”<sup>5</sup> em Middlesex registada num documento emitido por Eduardo III, datado de 28 Março de 1350.

O surgimento de catedrais e igrejas com grandes janelas em vitral, fizeram aumentar a procura de vidro de cor por toda a Inglaterra e Europa.

---

<sup>4</sup> Visto em <http://www.britannica.com/eb/article-9064335/ruby-glass>, 1/10/2006

<sup>5</sup> Visto em [http://www.businesswest.co.uk/pooled/profiles/BF\\_COMP/view.asp?Q=BF\\_COMP\\_49818](http://www.businesswest.co.uk/pooled/profiles/BF_COMP/view.asp?Q=BF_COMP_49818), 26/09/2006.

Em 1675, George Ravenscroft criou em Inglaterra o cristal de chumbo, *flint glass*<sup>6</sup> também denominado *lead glass* (Beveridge, 2004: 17). Este novo material causou grande interesse pela pureza e transparência inigualável, cujo aspecto brilhante (fig.30) reproduz o cristal de rocha (Beveridge, 2004: 17). Até hoje, os cristais são identificados por uma inscrição no produto do tipo Pb 25%, significando que contém 25% de chumbo na sua composição.

Por volta de 1700, Richard Champion<sup>7</sup> comerciante e fabricante de porcelana, estava a trabalhar com o químico William Cookworthy. Este último, iniciou uma pesquisa sobre o óxido do cobalto no sentido de melhorar a qualidade para a obtenção de uma coloração azul no esmalte da porcelana branca. Obteve o direito à exclusividade na importação de todo o óxido do cobalto da Royal Saxon Cobalt Works na Saxónia.

Não se sabe ao certo quando surgiu o vidro azul de Bristol mas a qualidade e a beleza do vidro ganharam rapidamente popularidade. A primeira notícia do fabrico de vidro de Bristol foi registada no "Bristol Journal" em 1764, anunciado pela firma William Dunbar and Company<sup>8</sup>.

Lazurus e Isaac Jacobs<sup>9</sup> eram os mais conhecidos fabricantes do vidro azul de Bristol e em 1780 a sua companhia conseguiu uma autorização do rei para fabricar o vidro para a aristocracia da Europa. Com a denominação de vidro de Bristol são conhecidos os vidros opacos e coloridos (fig.31) fabricados nesta cidade inglesa, contudo, as fábricas de Bristol também produziram vidros transparentes.



Fig. 30 - Decantador em cristal de chumbo. Junto ao gargalo está uma marca moldada à pressão, garantindo a autenticidade de George Ravenscroft. Savoy, Londres, 1676-1678. Fonte: (Tait, 1999: 183)

<sup>6</sup> Visto em <http://www.britannica.com/eb/article-9034588/flint-glass>, 26/09/2006

<sup>7</sup> Visto em [http://www.businesswest.co.uk/pooled/profiles/BF\\_COMP/view.asp?Q=BF\\_COMP\\_49818](http://www.businesswest.co.uk/pooled/profiles/BF_COMP/view.asp?Q=BF_COMP_49818), 26/09/2006.

<sup>8</sup> Idem

<sup>9</sup> Idem



O famoso azul de Bristol não é qualidade nem marca de vidro, é apenas uma tonalidade de azul forte levemente arroxeadada. A cidade Inglesa de Bristol, transformou-se no século XVIII num dos centros mais importantes do vidro na Europa com cerca de vinte oficinas.

Os fabricantes de vidro de Bristol foram convidados a demonstrar as suas habilidades na Grande Exposição de 1851, inaugurada pela Rainha, Vitória e pelo Príncipe Alberto.

Para além do vidro azul (fig.31) surgiu outra cor distintamente inglesa, o matiz cor-de-rosa “cranberry”. Para tal foi necessário adicionar ouro de 24 Quilates ao vidro para que este obtivesse tons vermelho ruby.

O rosa “cranberry” de Exmoor, desenvolvido por James Adlington<sup>10</sup>, é feito actualmente recorrendo ao ouro que é misturado ao vidro derretido segundo uma receita antiga e exclusiva.



Fig.31 - Taça de vidro em azul de Bristol gravada com o monograma S.C.R. (Sophie Charlotte Regina) irmã do Rei George I de Inglaterra. Fonte: (Tait, 1999: 183)

## 2.11. O vidro em França

A indústria vidreira francesa teve início no século XVI (Zarzycki, 1982: xxvi) quando o monarca Henrique IV conferiu os direitos exclusivos aos italianos de produzir vidro em várias cidades como Paris, Rouen, Orleans e Nevers. No final do século XVIII, a indústria do vidro em França foi impulsionada através de iniciativas de Colbert que centralizou as indústrias com o objectivo de aperfeiçoamento com vista à produção de espelhos (fig.32) para o Palácio de Versalhes (Zarzycki, 1982: xxvi).

<sup>10</sup> Visto em [http://www.businesswest.co.uk/pooled/profiles/BF\\_COMP/view.asp?Q=BF\\_COMP\\_49818](http://www.businesswest.co.uk/pooled/profiles/BF_COMP/view.asp?Q=BF_COMP_49818), 26/09/2006.

A fábrica Saint-Gobain, tornou-se a *Manufacture Royale des Glaces de France* em 1693, com o objectivo de quebrar o monopólio veneziano. A França viria a suplantar Veneza na produção de espelhos. No início, foi utilizada a tecnologia veneziana da soflagem para a obtenção do vidro plano, mas, a partir de 1685, o vidro dos espelhos foi feito através de um método novo, por estiramento.

Este consistia na deposição da massa líquida de vidro sobre uma grande mesa metálica, sobre a qual era passado um rolo. O vidro assim obtido era polido para a produção dos espelhos.

As fábricas Baccarat seriam criadas em 1765, para produzir essencialmente cristal. Entretanto outras fábricas seriam instaladas em várias locais, como: Cirey, Saint-Louis, Clichy, etc (Melo, 1970: 3).

No final do século XVIII, dá-se a revolução industrial e fazem-se descobertas químicas que originam a substituição da trona (fig.1) do processo Solvay (Zarzycki, 1882: xxvii).

O vidro passou a ser fabricado em larga escala seguindo dois caminhos: o artístico-artesanal e o utilitário industrial.

Na região do Vale do Loire encontra-se a maior catedral gótica da Europa: a Catedral de Chartres<sup>11</sup>, cuja construção se iniciou em 1020.

É muito famosa pela sua magnífica colecção de vitrais (figs 33-34). São mais de 150, que mostram histórias bíblicas e o quotidiano do século XIII. Os vitrais cobrem uma superfície de 3.000 m<sup>2</sup> e durante as duas guerras mundiais, eles foram desmontados peça



Fig.32 - Sala dos espelhos. Palácio de Versalhes, França. Fonte:<http://www.saint-gobainvidros.com.br>



Fig.33 – Janela de St. Nicolas. Vitral da Catedral de Chartres. Fonte: <http://gallery.sjsu.edu/chartres/home.html>

<sup>11</sup> [http://www.greatbuildings.com/buildings/Chartres\\_Cathedral.html](http://www.greatbuildings.com/buildings/Chartres_Cathedral.html), visto em 10/03/2006.

por peça e guardados em lugar seguro. As janelas da Catedral de Chartres representam um panorama da sociedade medieval da realeza, aos comerciantes e aos artesãos. Os contribuintes de 116 janelas foram identificados. Os doadores da janela do St. Nicolas (fig.33) eram comerciantes de produtos secos, de especiarias e de drogas medicinais. A imagem ilustra no negócio local a existência de um comércio de importação de produtos farmacêuticos oriundos de outras partes de Europa e do Próximo Oriente.

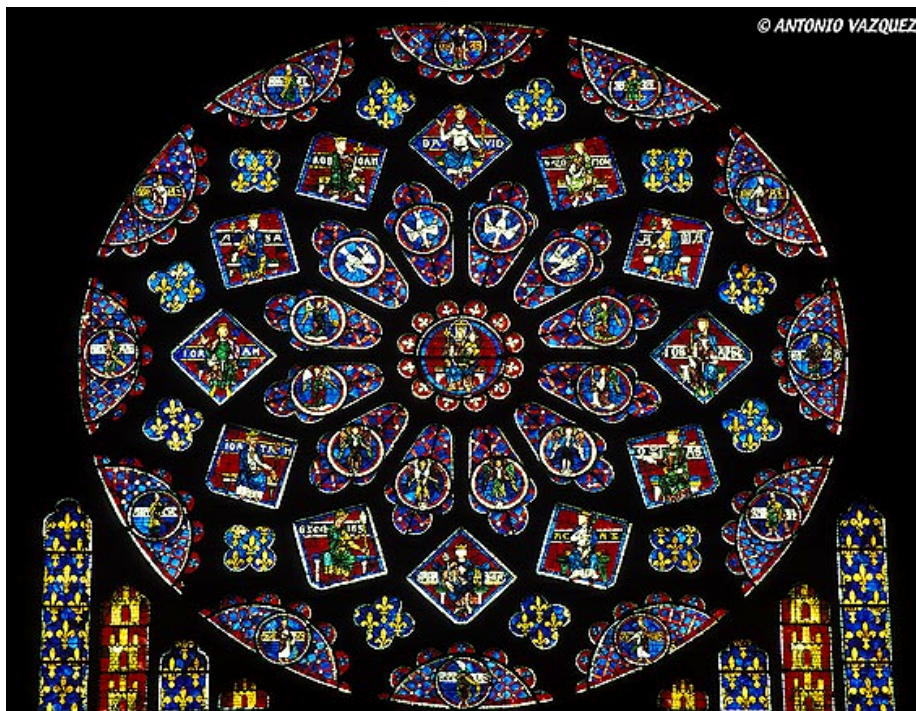


Fig. 34 – Vitral em roseta, Século XIII. Catedral de Chartres, França.  
Fonte: [http://www.greatbuildings.com/buildings/Chartres\\_Cathedral.html](http://www.greatbuildings.com/buildings/Chartres_Cathedral.html)

### 3. Arte no vidro do final do século XIX

*“O aparecimento do movimento Arts and Crafts, em plena Inglaterra Vitoriana, liderado por William Morris (1834-1896), promoveu um processo de dignificação das artes do objecto, com o que recuperaria métodos artesanais e criaria um novo gosto pelo consumo de peças à margem das correntes ecléticas.”*

(Beveridge, 2004: 16)

#### 3.1. A arte da inteligência inconsciente<sup>12</sup>

No final do século XIX, anunciava-se o início da Idade Moderna com a Revolução Industrial. A electricidade e a fotografia estavam em ascensão como tecnologias inovadoras promovendo um mundo ocidental avançado. Nas artes, uma série de movimentos novos surgiram como reacção e rejubilo com a crescente industrialização. As artes decorativas, com o movimento das Artes e Ofícios (1850-1920), também revelaram sinais de uma nova era nas técnicas, motivos, influências e objectivos (O’Neill, 1999: 12).

Inspirado no passado, este movimento era essencialmente uma reacção contra a invasora Idade Moderna e teve como seus líderes o crítico John Ruskin e o designer-escritor, William Morris (O’Neill, 1999: 8). Estes defendiam de um modo romântico, o retorno a linhas estéticas e técnicas antigas, puras, inspiradas na Idade Média. Procuravam inculcar o orgulho pela produção artesanal, substituindo-a à fria produção mecânica (O’Neill, 1999: 12).

O designer Allen Whiting descrevia assim “(...) *cada cadeira era amorosamente executada à mão por um homem interessado no seu trabalho para proveito próprio acreditando que cada objecto possui a sua beleza inerente e que o artífice tem o dever e o privilégio de a mostrar, e defendendo o seu ofício com a sua capacidade de trabalho, dada pelo poder de expressão que ela possui... (...) Uma cadeira feita em tais circunstâncias e*

---

<sup>12</sup> William Morris in O’Neill (1999, 17)

*tradições, por um tal artífice, estava apta a dois séculos de uso e continha a evidência do pensamento e sentimento humano em cada uma de suas linhas e elementos”* (Whiting in O’Neill,1999: 12). O mesmo era capaz de se manifestar criticamente face à fabricação parcial e repartida do objecto numa unidade industrial em que cada executante faz apenas uma parte. Desejava assim um regresso às condições do passado, que seriam melhores para um design de qualidade.

A crença numa superioridade estética, baseada no sentimento cristão (integridade e simbolismo), inspirou arquitectos e designers e estimulou o entusiasmo pelo renascimento do estilo gótico na Grã-Bretanha (O’Neill, 1999: 14). Morris assumiu a liderança do movimento de reforma com uma peculiar afeição pela cultura Medieval. Em 1861 cria a empresa Morris, Marshall, Faulkner Co. de artistas, operários na pintura, entalhe, mobiliário e metais, movido pelo projecto desenvolvido anteriormente em sua casa com o nome de Casa Vermelha (O’Neill, 1999: 16).

Esta empresa influenciou a criação de projectos semelhantes na Europa e nos Estados Unidos. Morris descreveria as artes decorativas como “ (...) *a arte da inteligência inconsciente*” (O’Neill, 1999: 17), sendo tudo feito pela mão do homem, podendo ser belo ou feio. A decoração, segundo Morris, podia ser também descrita como “(...) *uma aliança com a Natureza*” (O’Neill,1999: 17), feita através do artesão que deve trabalhar “(...) *até que a teia, a chávena ou a faca pareçam tão naturais, tão encantadoras como o campo de relva, a margem do rio ou a escarpa da montanha*” (Morris in O’Neill,1999: 17).

Na exposição Centenária de Filadélfia de 1876 o estilo de Morris é dado a conhecer e recolhe grande aceitação. Em 1890 o Movimento das Artes e Ofícios era a mais importante importação de estilo estrangeiro nos Estados Unidos (O’Neill, 1999: 30).

### **3.2. O Movimento “Arte Nova”**

No final de 1880, emergia na Bélgica e França um novo estilo, a Arte Nova, resultado do impulso sentido entre os ofícios em perigo de extinção, devido ao imparável processo de industrialização. Teve como ponto culminante a realização da Exposição Universal de Paris em 1900. Neste movimento pretendia-se a superação do gosto oitocentista, promovendo uma revolução estética que propunha uma arte nova (Beveridge, 2004: 16).

O próprio termo *Art Nouveau* deriva de uma loja parisiense com este nome, dirigida por Samuel Bing, um alemão emigrado. Bing, aprendia arte japonesa há dez anos quando, em 1895, abriu a sua loja *La Maison de L'Art Nouveau* e começou a mostrar ao mundo o trabalho de designers, pintores e escultores contemporâneos. (O'Neill, 1999: 39) Esta espécie de galeria, loja e salão de mostras, constituía a base parisiense deste novo estilo, encorajando Bing a encomendar obras para a sua loja e a promover no estrangeiro os seus artistas e artesãos (Tait, 1999: 206).

As formas propostas pela Arte Nova surgiram inicialmente na Inglaterra e depois espalharam-se pela Europa, por um grande número de cidades como Paris, Nancy, Munique, Berlim, Darmstadt, Bruxelas, Barcelona, Glasgow e Viena. (O'Neill, 1999: 38) Tornaram-se pontos centrais do estilo que se universalizou rapidamente com centros em Chicago e Nova Iorque. Em cada região a Arte Nova assumiu uma terminologia distinta causando inicialmente alguma confusão, *Art Nouveaux* e *Modern Style* em França, *Modernismo* em Portugal e Espanha, *Moderne Stile* em Itália, *Belgische Stil* (estilo belga) na Alemanha, *Stile Inglese* na Itália e na Áustria. (O'Neill, 1999: 38)

### 3.3. A essência da Arte Nova

*“A Arte Nova rejeitou a ordem da linha recta e do ângulo recto a favor de um movimento mais natural”.*

(O'Neill, 1999: 38)

Na sua essência, a Arte Nova era um estilo gráfico de decoração transferido para uma grande variedade de objectos sólidos. Estas linhas tanto eram usadas em descrições realistas de formas naturais como em formas abstractas que evocavam uma vitalidade orgânica. A ênfase era dada no padrão decorativo ou na superfície achatada, onde esta preocupação pelo linear podia ser desenvolvida. A sinuosidade do movimento da linha, era mais bem explorada nos materiais maleáveis e leves, ou naqueles que assim o poderiam parecer.

### 3.4. As bases do estilo

O fascínio que os artistas da Arte Nova demonstram pelas formas naturais tem também a sua origem no movimento das Artes e Ofícios (O'Neill, 1999: 40). Enquanto Morris e os seus colaboradores adoptaram as formas naturais curvas, simplificando-as e integrando-as nos seus desenhos, a Arte Nova estilizou-as e exagerou-as (O'Neill, 1999: 40).

*“A arte é a essência da Natureza refinada, purificada e sintetizada, através do temperamento de um artista, que não a devia copiar mas transformar e estilizar.”*

(Jean-Auguste Dampt in O'Neill, 1999: 40)

Os seus designers da Arte Nova, como Jean-Auguste Dampt da Escola de Nancy, encontravam inspiração nos séculos passados e sentiam-se particularmente atraídos pelos desenhos curvilíneos e fluentes das artes celtas e nórdicas antigas. Segundo O'Neill (1999: 40) o interesse na arte celta ficou evidente na prataria “Cymric” da Liberty<sup>13</sup>, lançada em 1899, e na variedade de utensílios para a mesa e joalharia com padrões celtas entrelaçados.

Os desenhos do norueguês Henrick Buli enfatizaram o interesse pela arte antiga nórdica nos países escandinavos através de curvas e espirais intrincadas como formas locais da Arte Nova (O'Neill (1999: 44).

Arte Nova escandinava era, ocasionalmente, designada por Estilo Dragão, em deferência para com a sua fonte “viquingue” (O'Neill, 1999: 44). A arte viquingue fez um uso vigoroso de uma série de animais semelhantes a dragões, alongados e sinuosos, cujos corpos exibiam padrões complexos mas ordenados.

Com a abertura do comércio ocidental em 1853, a Arte Nova viria a estender as raízes do seu ecletismo até à arte oriental, em particular com o Japão. Os artistas da Arte Nova viram nas gravuras japonesas semelhanças formais de estilo retiradas da observação da natureza, através de uma linha fluente e curva, reveladora de um apurado sentido de design (O'Neill, 1999: 44). As formas e os padrões abstractos com um certo grau exacto de artificialidade também eram bastante apreciados.

---

<sup>13</sup> Liberty & Co. loja de departamentos estabelecida em 1875 em Inglaterra, por Arthur Lasenby Liberty (O'Neill, 1999: 29). Stile Liberty, termo italiano para designar Arte Nova (O'Neill, 1999: 39).

### 3.5. O vidro na Arte Nova

A Arte Nova também floresceu na cidade francesa de Nancy onde existem fortes ligações à produção vidreira. Emile Gallé (fig.35), um vidreiro famoso, foi o representante máximo do espírito do movimento da Arte Nova no vidro. Segundo O'Neill (1999: 56), Gallé liderou o renascimento da indústria do vidro em Nancy.

O grande êxito internacional das suas criações contribuiu para o surgimento de muitas oficinas (Beveridge, 2004: 18) chefiadas por seus seguidores.

Nos anos 70 do século XIX, Gallé viajou até Inglaterra, onde foi apanhado pelo crescente entusiasmo pelas artes decorativas. Também estudou a coleção de arte oriental do Museu Victoria e Alberto, em Londres e, com o novo conhecimento das técnicas chinesas e japonesas (O'Neill, 1999: 49), regressou a Nancy para revitalizar a oficina do seu pai.

Gallé possuía um conhecimento enciclopédico de botânica e entomologia, que combinava com a tendência decorativa abstracta japonesa, de maneira a formar uma mistura Arte Nova (O'Neill, 1999: 49).



Fig. 35 - Emile Gallé (1846-1904).



Fig. 36 – Taça “clair de lune”. Gallé. (1880- 1884). Arte Nova. Museu d'Orsay, Paris.

Fonte: <http://www.insecula.com>



O mote inscrito por cima da porta da sua oficina dizia: “As minhas raízes estão profundamente ligadas à floresta” (Gallé in O’Neill, 1999: 56). Os seus desenhos revelavam flores, plantas, libelinhas, borboletas, rãs, cavalos-marinhos, polvos (Tait, 1999: 206) e até mesmo microrganismos (O’Neill, 1999: 56).

O trabalho de Gallé inspirou um grupo de artesãos, a chamada Escola de Nancy, que livremente se tornou num grupo formal em 1901, com a fundação da *Alliance Provinciale des Industries d’Art* (1859-1926) (O’Neill, 1999: 49).

Gallé começou por explorar as possibilidades das cores translúcidas (O’Neill, 1999, 56) como o delicado tom safira do seu vidro “clair de lune”<sup>14</sup> com decoração a esmalte (fig.36). Em 1889, já experimentava cores opacas que ofereciam um maior número de possibilidades técnicas. Moldou o vidro, acrescentou pinturas, misturou pó de ouro na massa vítrea, recorreu a esmaltes, utilizou ácidos para desgastar camadas e desenvolver efeitos de relevo (O’Neill, 1999: 56).

O domínio das técnicas de fabricação do vidro permitiu a Gallé produzir uma série de novos efeitos. Explorou as potencialidades da técnica romana do vidro-camafeu (Beveridge, 2004: 19), com a gravação de duas ou mais camadas de vidro fundidas ao mesmo tempo (O’Neill, 1999: 56). As suas peças revelaram grande virtuosismo no talhe



Fig. 37 – Jarro Glicínias, de vidro-camafeu. Emile Gallé, Nancy (França). Início de século XX. Museu de Artes Decorativas, Barcelona (Espanha). Fonte: (Beveridge, 2004: 18)

<sup>14</sup> Visto em <http://www.insecula.com/oeuvre/O0014079.html>, 4/10/2006.

como na execução das diferentes camadas cromáticas obtendo assim, efeitos delicados e subtis, como se pode ver no vaso da figura (fig. 37).

Inspirado no seu trabalho da “marchetaria” sobre a madeira, inventou a técnica da *marqueterie-sur-verre* cujas “peças moldadas de vidro quente são pressionadas contra o corpo de um objecto de vidro de cores contrastantes, sendo o resultado uma superfície lisa com as peças inseridas muitas vezes decoradas com gravuras” (O’Neill, 1999: 57). A qualidade escultural desta técnica inspirou Gallé a uma aproximação mais tridimensional da vidraria.

Outra fonte de inspiração de Gallé, era a poesia que transportava para os seus vidros falantes (*verrieres parlantes*) (O’Neill, 1999: 56). Inscreveu sobre o vidro, poemas de autores como Baudelaire e Victor Hugo, acompanhadas por imagens apropriadas (fig.38).

Após a morte de Gallé, em 1904, a sua fábrica passou a ser dirigida, até 1913, pelo designer-chefe e amigo Victor Prouve (Tait, 1999: 206). Em 1931, encerraria definitivamente.

Dos seguidores de Gallé, destacam-se os irmãos Auguste e Antonin Daum (fig.39), também franceses, que poderão ter sido os seus maiores imitadores (O’Neill, 1999: 56).

A família de Daum era originalmente de advogados<sup>15</sup>, não de vidreiros. Jean Daum, era o pai da família e fez um curso sobre vidro perto de Nancy, em França, em 1878 como pagamento de parte de um débito.

O seu filho Auguste, que tinha sido educado como um advogado, juntou-se um pouco mais tarde para ajudar a melhorar o



---

<sup>15</sup> Visto em <http://www.labellepoque.de/artists.htm>, 4/10/2006

negócio.

Fig. 38 – Suporte para escovas,  
*Vidro falante*. Gallé.  
Fonte: (O'Neill, 1999, 57)

Uma década mais tarde, e cinco anos depois da morte do pai, o irmão mais novo, Antonin, juntava-se à firma. Era dedicado às habilidades criativas que fizeram do "Verrerie de Nancy" um sucesso.

A companhia especializou-se originalmente em vidros de relógio, vidro de janela e em louça para tavernas<sup>16</sup>. Exibiram os seus utensílios de mesa na Exposição de Paris de 1889, onde Auguste e Antonin Daum foram influenciados pelo trabalho da arte do vidro de Emile Gallé.

Os Daum recorreram a alguns dos talentosos designers que trabalharam em Nancy, um exemplo seria Jacques Gruber (O'Neill, 1999: 56).

As peças dos Daum, revelam uma atenção pela opacidade, cor e relevo, com recurso a ácido para desgastar camadas de vidro de modo a revelar as cores que estavam escondidas no interior.

A utilização de esmalte em pó também é evidente na superfície das peças para criar um acabamento opaco e brilhante. Envolveram-se igualmente no renascimento do *patê-de-verre*, uma espécie de vidraria opaca (fig.40) semelhante ao alabastro<sup>17</sup> produzida com recurso ao vidro fosco (O'Neill, 1999: 56).



Fig. 39 – Auguste, Antonin Daum. Fonte:  
[http://fr.Wikipedia.org/wiki/Daum\\_frères](http://fr.Wikipedia.org/wiki/Daum_frères)

<sup>16</sup> Visto em <http://www.labellepoque.de/artists.htm>, 4/10/2006

<sup>17</sup> Visto em <http://www.ac-nancy-metz.fr/pres-etab/aiscobam/Myriam/HTM/DAUM.htm>, 4/10/2006

Houve “quatro eras”<sup>18</sup> principais na arte do vidro produzido na Daum, a Arte Nova, a Arte Deco, o cristal e a pasta de vidro.



Fig. 40 - Vaso de alabastro com libélulas e “renoncles”, 1904, DAUM.

Todo o vidro da arte de Daum foi assinado. A assinatura usual é “Daum Nancy” com a cruz de Lorena incorporada em algum lugar.

Cada mudança no estilo coincidiu com uma nova geração da família dos Daum e da manutenção da companhia lado a lado do gosto e das formas actuais. O vidro de Daum era sempre um esforço do trabalho de equipa e nos anos seguintes não foi atribuído a nenhum artista particular. Mesmo o trabalho em pasta de vidro e o funcionamento do estúdio de Daum por Almeric Walter entre 1906 e 1914 era sempre assinado Daum Nancy.

Pierre D'Avesn foi empregado de Daum para projectar e supervisionar a produção da *Croismare Glassworks* perto de Luneville que Daum, em 1927, adquiriu e rebaptizou-a de *Verreries D'Art Lorrain*. A finalidade de comprar esta fábrica era competir com Lalique e entrar no mercado lucrativo de lojas de departamento e de distribuidores em grande escala, particularmente nos EUA.

O vidro de arte produzido por Daum, nos vidreiros de Lorena ou em outro sítio que chamou "Verreries de Belle-Etoile " estavam assinados “P.d'Avesn”, “Lorrain”, “Val” (iniciais da companhia), ou “Verreries de Belle-Etoile” (se veio de outra fábrica). Em 1965, surgiram outras gerações de Daum, e em 1970 reintroduziram a pasta de vidro.

---

<sup>18</sup> Visto em <http://www.labellepoque.de/artists.htm>, 4/10/2006

Convidaram um número de famosos escultores, designers e mestres do vidro, para projectar edições limitadas especiais para a companhia.

A companhia é ainda hoje bem sucedida, operando, desde 1962, sob a conhecida marca Daum como uma empresa pública de Cristalaria. Fazem todos os tipos de modelos na pasta de vidro e no vidro de cristal, bem como utensílios de mesa de qualidade elevada.

### **3.5.1. Tiffany. A arte do vidro na América.**

Louis Comfort Tiffany (1848-1933) foi o designer americano que rivalizou com Gallé como artesão do vidro (O'Neill, 1999: 58). Tiffany vinha de uma família de ourives e joalheiros e produziu objectos nestes dois meios, mas após uma viagem de estudo a Paris começou a concentrar-se no vidro.

Em 1879, fundou a empresa *The Tiffany Glass & Decoration Company*, que rapidamente se tornou num êxito, tendo como uma das suas encomendas mais prestigiosas a decoração dos quartos da Casa Branca (O'Neill, 1999: 58).

Com a abertura de uma nova fábrica de vidros em Corona, Tiffany começou a produzir aquilo que designava de *Favrile*, ou objectos de vidro feitos à mão. Explorava-se o uso de líquidos ou vapores químicos para criar diferentes texturas de superfícies, desde o brilho polido ao mate, e uma rica variedade de cores (O'Neill, 1999: 58). Nestas experiências, procurava imitar a “patina” criada sobre os vidros iridescentes antigos, descobertos em escavações (Beveridge, 2004: 19).

A iridescência<sup>19</sup> é definida como um efeito arco-íris, cuja cor muda conforme o ângulo de observação ou de iluminação. Iridescência é comum em vidros antigos sujeitos a intemperismo, sendo provocada por interferência óptica - luz reflectida de várias camadas de produtos de corrosão, que têm espessura da ordem de grandeza do comprimento de onda da luz visível (400-700 nm).

Os vidros Tiffany, na sua decoração, são mais abstractos na sua representação de formas naturais (fig.41), raramente apresentam relevos e revelam mais um padrão aplicado na superfície (O'Neill, 1999: 58).

Ao contrário da escola de Nancy, os vidros da Tiffany nunca procuram imitar pedrarias, água, pétalas ou qualquer outro objecto natural. As formas orgânicas, um motivo constante na Arte Nova (O'Neill, 1999: 58), foram empregues por Tiffany numa série de elegantes vasos em forma de flores com estreitos caules.

Os vasos Tiffany, apresentam uma silhueta simples e elegante, embora, para complementar a decoração, as próprias formas dos vasos sejam mais arrojadas, muitas vezes esticando os caules semelhantes a plantas, ou os pescoços serpentinicos, inspirados nos trabalhos dos antigos artesãos persas (O'Neill, 1999: 58).



Fig. 41 - Vaso “pescoço de ganso“ de Tiffany, inspirado num perfumador persa. Fonte: (O'Neill, 1999: 58)

---

<sup>19</sup> Visto em <http://www.revistapesquisa.fapesp.br/pop/imprimir.php?id=1928&bid=1>, 28/06/2006.

Tiffany encontrou no vaso “Jack-in-the-Pulpit” (fig. 42) a forma ideal para o seu “vidro iridescente” se exibir, cujas sedosas qualidades tácteis, inspiradas no resplendor dos antigos vasos romanos, nunca foram ultrapassadas por nenhum dos seus imitadores. Na realidade, o nome Tiffany iria tornar-se sinónimo do tipo de candeeiros que utilizam vidro colorido colocado em painéis chumbados, tal como uma janela de vitral convencional (O’Neill, 1999: 60).

Esta técnica consistia em envolver as bordas das peças de vidro numa fita de cobre, sendo depois estanhadas e soldadas entre si, seguindo um processo semelhante ao chumbo. Esta técnica foi utilizada pela primeira vez no final do século XIX por Tiffany na confecção dos célebres abatjourns Tiffany (fig.43).

Uma de suas qualidades é a precisão da execução, possibilitando a junção de peças de vidro muito pequenas e em formato abobadado. Por serem muito mais leves que o chumbo, as peças de vidro envolvidas com fita de cobre podem ser manipuladas e soldadas com mais facilidade.

Segundo O’Neill (1999: 60) o surgimento da lâmpada eléctrica, na década de 80 do século XIX com Thomas Edison, colocou um novo desafio aos designers do vidro.



Fig. 42 - Jarro “Jack-in-the-Pulpit”, de vidro iridescente, 1912. Louis Comfort Tiffany. Museu do Vidro de Corning, Estados Unidos.  
Fonte: (Beveridge, 2004: 19)



Fig. 43 - Candeeiro eléctrico Favrile, com libélulas com base em bronze. Estúdios da Tiffany

Tiffany, Gallé e Daum produziram uma série de candeeiros como parte da sua série de objectos de vidro, embora tendencialmente na Arte Nova os modernismos e novas tecnologias da luz eléctrica fossem ignoradas em favor de um tratamento mais romântico, com a utilização de formas orgânicas e vidros de sombras (fig.44) coloridas (O'Neill, 1999: 60). “Na Arte Nova a luz eléctrica é usada da mesma maneira que a pedra preciosa na joalheria: todo o conjunto constitui a parte principal, seja uma videira, um cardo, um rebento de visco ou um lírio, enquanto os globos eléctricos são espalhados à volta do metal, como pontos de realce” (O'Neill, 1999: 60).



Fig. 44 - Candeeiro de Gallé com borboletas e *sicômoros*. O uso da forma em cogumelo foi rapidamente adaptada como a forma mais análoga na natureza. Fonte: (O'Neill, 1999: 60)

Apesar da maior parte dos candeeiros de Arte Nova representarem flores, as estatuetas douradas ou de bronze de figuras “nínficas” produzidas por muitos artesãos podiam também ser adaptadas para levar luz eléctrica, fornecendo uma interacção bastante modesta entre a ornamentação e a função.

O sucesso de Tiffany encorajou uma série de imitadores, à frente dos quais encontramos a *Quezal Art Glass & Decorating Company*, de Brooklin, e a *Handel & Company*, de Connecticut (O'Neill, 1999: 58).

### 3.5.2. René Lalique – O joalheiro do vidro

O francês René Jules Lalique foi o grande desenhador e revolucionário da joalheria da Arte Nova (fig. 45), cuja formação era uma perfeita mistura de arte e ofício.

Lalique nasceu em 6 de Abril de 1860, numa pequena aldeia chamada Ay, na região de Champagne em França. Dois anos mais tarde, o seu pai leva a família para viver nos arredores de Paris. Já na infância, Lalique revelaria aptidão para a arte.



Em 1872, estuda desenho e aprende técnicas de fabrico de jóias com Jean-Marie Lequien no Colégio Turgot (Marcilhac, 1994: 17). Depois da morte do seu pai, em 1876, e sob os conselhos da mãe aceitou ser aprendiz na joalheria de Louis Aucoc, uma das melhores de Paris (Marcilhac, 1994: 18) onde aprende a dominar as matérias-primas e a ganhar experiência. Nesse tempo inscreve-se na Escola de Artes Decorativas de Paris, embora nunca tenha obtido qualquer diploma (Marcilhac, 1994: 18).

Muda-se para Londres, em 1878, para estudar no Colégio Sydenham por dois anos. O colégio ocupava as instalações do famoso “Palácio de Cristal” (Marcilhac, 1994: 18), feito de vidro e ferro, e que serviu para albergar a Exposição de Londres de 1851, posteriormente desmontado e reerguido em Sydenham.

Num ambiente de independência e liberdade, desenvolve um estilo de desenho naturalista, único, que será mais tarde a sua assinatura como joalheiro. Regressa a Paris para trabalhar como designer, inicialmente para Vuilleret e depois como independente (Marcilhac, 1994: 18).



Fig. 45 - René Lalique em 1910. Fonte : (Marcilhac, 1994: 16)

Em 1882, vende os seus desenhos para joalharias como Aucoc, Boucheron, Cartier, Destape, Gariot, Hamelin, Jacta entre outras (Marcilhac, 1994: 18). É nesta altura que se inscreve em aulas de escultura com Lequien Júnior numa escola de Paris, actual Escola Bernard Palissy (Marcilhac, 1994: 18). Aprende também gravura e água-forte para poder utilizar os processos na ilustração de uma publicação (Marcilhac, 1994: 18).

Em 1884, forma uma sociedade com Varenne e apresenta os seus desenhos a fabricantes de jóias. A marca Lalique & Varenne (Marcilhac, 1994: 19) é criada e Lalique expõe desenhos na Exposição das Artes Industriais, organizada no Museu do Louvre durante a exibição das jóias da coroa (Marcilhac, 1994: 19).

Um ano mais tarde, dirige a oficina de Destapes, onde finalmente pode fabricar as suas próprias peças. São expostas em montras e despertam um grande entusiasmo público.

Nesse tempo usa materiais desconhecidos e baratos, de esmalte translúcido, pedras semipreciosas, ferro e pedras duras.

Em 1886, instala o seu próprio atelier na rua quatro de Setembro, em Paris e desenvolve os trabalhos que irá, em 1889, revelar na Exposição Universal e que granjearia grande reputação (Marcilhac, 1994: 20).

Exibe pela primeira vez em 1894, no Salão da Sociedade dos Artistas Franceses, na secção da escultura com uma capa para a peça “Valquírias” de Richard Wagner (Marcilhac, 1994: 21).

Criou peças para artistas famosos como Sara Bernhardt (Marcilhac, 1994: 21) e para a loja *La Maison de l'Art Nouveau* de Siegfried Bing. A grande Exposição Universal de Paris, em 1890 constituiu um verdadeiro triunfo para Lalique (Marcilhac, 1994, 23).



Fig.46 – Vidro, prata, esmalte, ouro e pérola barro. René Lalique. 1898-1900, França. Museu Gulbenkian. Lisboa

*“A arte de M. Lalique é baseada numa qualidade rara, naïve na aparência, capital para o artista, estudar a natureza”.*

(Gazette des Beaux-Arts de 1897, in Marcilhac, 1994 : 23)

Um comentário da época, dizia que "Lalique triunfou de forma sem paralelo; uma multidão densa e fervilhante concentrou-se para ver os trabalhos de que falam todas as bocas"<sup>20</sup>. Neste período, Lalique, está no alto do seu poder criativo (Marcilhac, 1994: 24). Os seus clientes pertencem à aristocracia internacional, ao mundo do negócio, à política, ao

<sup>20</sup> <http://www.cristallalique.fr>, visto em 4/10/2006

teatro, às artes e incluem grandes colecionadores tais como Calouste Gulbenkian, Henry Walters e Martine de Béhague. As suas criações revolucionárias tornaram-no mestre<sup>21</sup> da jóia da Arte Nova. Os três temas dos seus trabalhos aparecem primeiramente em jóias: a feminilidade (fig.46), a fauna e a flora. O simbolismo que mistura com o naturalismo, as plantas torna-se mágico, animais místicos, retorna aos dos tópicos alegóricos. Rejeita a hierarquia tradicional dos materiais para convidar as técnicas e os materiais negligenciados como: âmbar, marfim, pedras semipreciosas, esmalte e naturalmente o vidro, que associa ao ouro e às pedras preciosas.

O seu vocabulário plástico era povoado de formas naturais, mariposas, libélulas, pavões reais, serpentes, lilases, orquídeas, etc. René Lalique é bastante audacioso e usa a figura do corpo nú (fig. 47) como um elemento do ornamento. Desse modo, procura exemplos esquecidos nos artistas do Renascimento. Ele atinge um grande sucesso na Exposição Universal sendo condecorado "Oficial da Legião de Honra" (Marcilhac, 1994: 24), mas, cansado de ser plagiado, afasta-se da joalheria e volta-se progressivamente para o vidro.

Em 1909, Lalique adquiriu a fábrica de vidros de Combs la Ville, porque o cristal adquiria cada vez mais importância na realização dos seus projectos. Afastou-se da joalheria em 1914, terminando um longo período de criação constante.

A fábrica de Combs – la Ville rapidamente se tornaria pequena e Lalique chegaria a ser encorajado pelo próprio Presidente da República Francesa, Alexandre Millerand a estabelecer-se na Alsácia, criando a Oficina de Wingen-sur-Moder (fig.48), em 1919 (Marcilhac, 1994: 167).



Fig.47 – Relógio de vidro, “O dia e a noite”, Lalique. 1920.  
Fonte: <http://www.cristallalique.fr>

<sup>21</sup> <http://www.cristallalique.fr>, visto em 4/10/2006

Em 1925 a produção de porcelana de Sèvres convidou-o a decorar o seu pavilhão para a Exposição Internacional das Artes Decorativas e Industriais Modernas (Marcilhac, 1994: 94). Neste período o trabalho de Lalique revela uma forte influência da “Arte Déco”.

Este estilo surge no princípio do século XX e desenvolve-se como uma reacção à Arte Nova (Cerutti, 1985: p.8). Em 1925, o estilo Déco atinge a sua plena afirmação durante a Exposição Universal das Artes Decorativas de Paris, exposição que dá o nome ao género, também chamado “Estilo 1925” (Cerutti, 1985: 8).

O estilo Déco, contrapõe formas estilizadas e geométricas às sinuosas e espiraladas formas da Arte Nova (Cerutti, 1985: 8), procurando um design abstracto e a cor pela cor (O’Neill, 1999: 64). Também procura uma produção deliberadamente limitada, muitas vezes da peça única, reservada a um número restrito de clientes, misturando materiais preciosos e inéditos (Cerutti, 1985: 8).



Fig. 48 – Atelier do vidro a frio. Oficina de Wingen-sur-Moder. Fonte: (Marcilhac, 1994: 168)

A Arte Déco teve dificuldades em se ajustar à premissa da produção à escala industrial, onde as peças devem ter um design “límpido” (Cerutti, 1985: 8), apto à reprodução mecânica. Esta condição viria a decretar o fim da Arte Déco (Cerutti, 1985: 8).

Lalique apresentou na Exposição Universal das Artes Decorativas de Paris de 1925, uma fonte de quinze metros de altura chamada de “Fontes de França” (Marcilhac, 1994:

93) que viria a ser a maior peça realizada de Arte Déco. Exibiu também, uma grande coleção de objectos de vidro incluindo frascos de perfume, estatuetas ornamentais, vasos, jarras, candeeiros e painéis de arquitectura. As linhas eram simples, geométricas, com referências à fauna, à flora e à figura feminina.

A atracção de muitos vidreiros da Arte Deco, pela figura feminina veio a produzir várias figuras do tipo bailarina, que invariavelmente aparecia, parcial ou completamente desnuda, e sugeria o exótico, o misterioso, “la femme fatale”.

O estilo de Lalique é expressado através do contraste entre a transparência e o vidro gelado, às vezes com a aplicação de patina, esmaltes ou colorindo o vidro.

Lalique também criou as primeiras tampas para radiador de automóvel para a marca francesa *Citroën*. Nos anos 20, faria também para outras marcas (fig.49) mais luxuosas num total de 27 exemplares diferentes.

Em 1930, com o seu apurado senso de balanço e harmonia combinados com uma incomparável técnica, transportou-o para trabalhos mais monumentais. Decorou a Igreja “La Chapelle de la Vierge fidèle” (Marcilhac, 1994: 125) em Douvres la Délivrande, na Normandia, em França. Nessa altura também desenhou o interior da sala de jantar de Paquin (copos, fonte, painéis, etc).

Entre os anos 20 e 30, a elegante sociedade associava o bom gosto ao exotismo.



Fig.49 – Tamba de radiador “CoqNain”, 1926.  
Fonte: <http://www.cristallalique.fr>



Fig.50 – Interior do vagão do Pullman Express “Cote d’Azur”, 1929. Lalique.  
Fonte: <http://www.cristallalique.fr>

Para tal foi necessário mobilizar engenheiros, artesãos e artistas para empreender decorações que hoje ainda se consideram grandiosas.

Em 1929, Lalique foi contratado para decorar o vagão-salão (fig.50) do comboio Pullman Express Cote d'Azur considerado para a altura “o mais belo comboio do mundo” (Marcilhac, 1994: 119).

Em 1932, realizou a “Fonte dos Pombos” da Galeria dos Campos Eliseus, em Paris (Marcilhac, 1994: 101). Desenhou as portas principais do Palácio do príncipe Asaka Yasuhiko, em Tokio, (Marcilhac, 1994: 134), representando anjos e flores. Também executou a decoração do altar e painéis laterais (fig.51) da Igreja de São Mateus em Saint Helier, localidade da ilha de Jersey, em Inglaterra (Marcilhac, 1994: 143). Lalique nos seus trabalhos, apresenta uma variedade de assinaturas, sendo a mais referenciada “R Lalique”.

Com a sua morte em 1945, aos 85 anos de idade, não chegou a ver a reactivação dos fornos da sua fábrica e o regresso das suas criações à produção. Os seus herdeiros consideraram retirar o “R” da assinatura das peças por razões estritamente comerciais. Esta alteração não afectou as novas peças criadas pelo seu filho Marc Lalique.

Hoje a empresa chama-se “Lalique France” (Marcilhac, 1994: 212) e apresenta um catálogo de peças reveladoras da inspiração de Lalique, mantendo o prestígio e a alta qualidade artística.



Fig.51 – Anjos de vidro da Igreja de São Mateus, St. Helier, Jersey, Inglaterra. 1932. Lalique. Fonte: <http://www.cristallalique.fr>

#### 4. O vidro em Portugal

Segundo achados arqueológicos efectuados em território português, o vidro tem marcado presença nas regiões sul e sudoeste desde a Idade do Bronze (APAI, 1989:15). Algumas peças encontradas são recipientes de vidro policromático fabricados sobre o núcleo de areia que datam do século VIII a.C.

Neste período houve um surto civilizacional sob influência do reino de Tartessos<sup>22</sup>, que foi a primeira Idade do Ferro do Sudoeste (APAI, 1989:15). Tartessos era o nome pelo qual os gregos conheciam a primeira civilização do Ocidente. Herdeira da cultura megalítica andaluza, que se desenvolveu no triângulo formado pelas actuais cidades de Huelva, Sevilha e São Fernando (Cádiz), pela costa sudoeste da Península Ibérica, teve por linha central o rio Tartessos, que os romanos chamaram logo de Baetis e os árabes Guadalquivir. Os tartessos desenvolveram uma língua e escrita distintas dos povos vizinhos, e tiveram influências culturais de egípcios e fenícios.

A existência de objectos na região poderá estar ligada às riquezas mineiras locais (APAI, 1989: 15). A descoberta da necrópole do Gaio (Sines) revelou um conjunto de objectos de vidro em tom azul (fig.52), com contas lisas e oculadas e negras (com branco) juntamente com outros objectos relacionados com a deusa Hathor e o faraó Tutmósis III (APAI, 1989: 15).

Na região de Ourique foram encontrados fragmentos de “oenochos” e “alabastro” da Segunda Idade do Ferro (APAI, 1989: 15).

Estes recipientes eram destinados a conter cosméticos, óleos e perfumes e foram muito divulgados no século V a.C., por todo o Mediterrâneo (APAI, 1989:15) e são geralmente atribuídos a oficinas sírias, que devido à expansão comercial, poderão ter sido



Fig. 52 – Conjunto de 23 contas de pasta vítrea. Necrópole de Fonte Santa, Ourique. I Idade do Ferro. Museu Nacional de Arte Antiga. Lisboa. Fonte: (APAI, 1989: 17)

<sup>22</sup> Visto em <http://pt.wikipedia.org/wiki/Tartessos>, 9/10/2006.

produzidas em diversos centros implantados ao longo da bacia Mediterrânica (APAI, 1989:15).

Em Almeirim foi encontrado um “amphoriskos”, pequeno recipiente em forma de ânfora para conter óleos e perfumes, acompanhado de outros vidros do século I d.C. (APAI, 1989: 15). Deste período conhecem-se também fragmentos no Castro (Figueira da Foz), em Conimbriga, no Cabeço de Viamonte (Monforte), em Chibanes (Setúbal) e Rocha Branca (Silves).

O vidro na Península Ibérica foi escasso, entrando no quotidiano das populações a partir de meados do século I a.C. A melhor representação da variedade de vidros do Império Romano, encontra-se em Conimbriga, onde foram encontradas taças em vidro-mosaico, objectos vazados ou prensados em molde, e taças sopradas em molde e decoradas com cenas desportivas (APAI, 1989: 20).

Em Álcacer do Sal foram encontrados “pratos de bordo decorado com óvulos e linguetas e fundo, por vezes totalmente trabalhado com faces longas e estreitas” (APAI, 1989: 22), que datam do final do século I e início do século II.

Da segunda metade do século III e os finais do século IV, são provenientes urnas funerárias encontradas em túmulos perto de Álcacer do Sal. Em Aljustrel foi encontrado um prato com a inscrição “Dulcis Vivas”, em fio de vidro dourado, do tipo “fondi d'oro” (fig.53) frequente em Roma, da segunda metade do século III.

Segundo a APAI (1989: 22), também são conhecidos fragmentos de muitos exemplares de lamparinas de vidro esverdeado, de meados do século IV, na região de Alcochete. Apesar dos estudos e levantamentos arqueológicos feitos em Portugal, parece ainda faltar evidências suficientes, fornos de vidro, para confirmar a existência de unidades de produção vidreira no período da proto-história portuguesa (Mendes, 2002: 37).



Fig. 53 – Prato “Dulcis Vivas” do tipo “fondi d’oro” Séc.III d.C. Museu Nacional de Arte Antiga. Lisboa. Fonte: (APAI, 1989: 23)



A Idade Média reflecte também uma ausência e/ou escassez de testemunhos, situação que viria a mudar só no século XV (Mendes, 2002: 37).

#### 4.1. Do Século XV à actualidade

No século XV começaram a aparecer, com apreciável frequência, documentos que permitem esboçar, com certo interesse, a história do vidro em Portugal. Segundo Mendes (2002: 39), deve-se ao investigador Sousa Viterbo, a divulgação da maior parte desses documentos, nos quais são mencionados nomes de artistas nacionais e estrangeiros que se dedicaram à fabricação do vidro em Portugal. Como refere Mendes (2002: 40), na lista elaborada por Viterbo, verifica-se que nos séculos XV e XVI os mestres vidreiros exerciam a actividade em Lisboa, Palmela, Santarém, Coima, Côvo (Oliveira de Azeméis), Alcochete e Asseiceira.

Em 1484, D. João II determinou que em Portugal não se podia estabelecer qualquer fábrica de vidros sem o consentimento de Diogo Fernandes, vidreiro no Côvo, Oliveira de Azeméis (Mendes, 2002: 42). Vasco Valente, no seu trabalho *O Vidro em Portugal*, aventa ter sido, o referido vidreiro Diogo Fernandes, o fundador da fábrica do Côvo (Mendes, 2002: 43).



Fig. 54 – Solar e fábrica de vidraça do Côvo, Início do séc. XX. Oliveira de Azeméis. Fonte: (CMOA, 2001: 35)

Contudo, em 1528, o castelhano Pêro Moreno, desejando manter um forno de vidro no lugar do Covo (fig.54), requereu, a D. João III, o privilégio que lhe foi concedido - de ter o exclusivo da fabricação de vidro, desde a Vila de Coruche até à Galiza. Valente põe a hipótese de ter existido parentesco entre Pedro Moreno e Diogo Fernandes do Covo (Mendes, 2002: 43). Se assim for, teriam sido os referidos vidreiros os pioneiros da indústria vidreira em Portugal com continuidade, porquanto a fábrica do Covo laborou, até ao século XIX.

A produção nacional parece, no entanto, ter-se limitado a campo bem modesto, não passando de peças de exclusivo uso doméstico (Mendes, 2002: 45) e não chegando a produzir para o consumo do país. Lisboa foi igualmente centro vidreiro, como confere Mendes (2002: 40) “*regista-se o nome do vidreiro lisboeta Francisco Corso, que reside no Forno de Vidro, e morre em 1577; e o nome da vidreira Maria Fernandes, que mora na Boavista (Lisboa), onde morre em 1580. E, na toponímia local, há o Beco do Vidro, a Rua do Vidro, o Forno do Vidro e a Horta do Vidro, sinais, certos de haver laborado algum forno de vidro nestes lugares ou perto*”.

Se recorrermos à pintura da época, verificamos a existência de algumas peças de uso comum, doméstico e religioso, sem que possamos, no entanto, saber se são ou não produtos dos fornos nacionais, uma vez que a importação de vidro já se fazia na época com certa regularidade. Alice Frothingham, no seu trabalho *Hispanic-Glass* (1941), destaca alguns estrangeiros que no século XVII vieram trabalhar para Portugal (APAI, 1989: 40). Entre eles, o veneziano António Pellizari, que chegou a Lisboa em 1678, onde se estabeleceu, com outro vidreiro de Altare, Francisco Costa (APAI, 1989: 42). Em 1689, o vidreiro flamengo Luís Verné, de Antuérpia, veio igualmente exercer actividade no país, em Abrantes, onde permaneceu cerca de dez anos (APAI, 1989: 42). Não obstante a presença de artistas estrangeiros, e dos nacionais já estabelecidos, uma parte do vidro vinha dos grandes mercados europeus, tais como Veneza, Boémia, Alemanha e França (APAI, 1989: 42).

O arranque do desenvolvimento da indústria vidreira em Portugal ocorreu no século XVIII, atingindo um volume de produção considerável no final do século e na primeira metade do seguinte (APAI, 1989: 42).

Em 1719, foi estabelecida a Fábrica Real de Coima, por D. João V, dezassete anos antes de Filipe V de Espanha ter fundado a célebre Fábrica de la Granja de San Ildefonso (Mendes, 2002: 57).

Por volta de 1748, a Fábrica de Coima foi transferida para a Marinha Grande (Mendes, 2002: 58), onde continuou a sua laboração até 1769, data em que D. José I passou alvará a favor de Guilherme Stephens (fig.55), súbdito inglês radicado em Portugal, para o restabelecimento de uma fábrica de vidros na Marinha Grande (Mendes, 2002: 62).

A sábia administração de Guilherme Stephens e de seu irmão João Diogo (Barros, 1969: 9), permitiram o invulgar desenvolvimento da nova unidade fabril, que a mão protectora do Marquês de Pombal soube amparar, no âmbito da política de desenvolvimento industrial do país a que sempre se propôs (Mendes, 2002: 62).

Em 1772, Guilherme Stephens, relatava as dificuldades que estava a encontrar para a regular laboração da Fábrica e as medidas queurgia tomar para salvaguardar os interesses dos operários do país (Barros, 1969: 9).

Apesar das vicissitudes que marcaram o percurso da fábrica da Marinha Grande, esta conseguiu uma projecção extraordinária no contexto nacional chegando a sua produção



Fig.55 – Guilherme Stephens, pintura a óleo, séc. XX. Autor José de Almeida e Silva. Col. Museu do Vidro da Marinha Grande, Portugal.



Fig. 56 - Copos de cálix. Desenhos do catálogo de 1772. Real Fábrica de Vidros da Marinha Grande.  
Fonte: (Barros, 1969: 177, cat. I, x)

em dada altura a corresponder às exigências do mercado interno.

No século XIX, a indústria do vidro continuou dominada pela produção da Real Fábrica de Vidros da Marinha Grande. No entanto, pequenas fábricas de vidros foram fundadas noutras regiões do País, sem que todavia tenham alcançado grande projecção (Mendes, 2002: 70). Uma excepção, sem dúvida, foi a actividade da Real Fábrica de Porcelana, Vidro e Processos Chimicos da Vista Alegre, fundada em 1824 (tabela 1), por José Ferreira Pinto Basto (Mendes, 2002: 71).

Desde a sua fundação até 1832, data em que o caulino foi descoberto em Portugal, por Luís Pereira Capote (Mendes, 2002: 74), a produção de vidro dominou os propósitos da Vista Alegre.

De 1837 a 1840, o seu fabrico atingiu uma perfeição considerável, datando desse período as peças de vidro (fig.57) com relevos e ornatos como as de cristal lapidado e de vidros cristalinos gravados muito apreciados na Exposição de Produtos da Indústria Portuguesa realizada em 1838 (Macedo, 1989: 61).

As peças de maior vulto são as de vidro moldado com incrustações de camafeu (fig. 57), segundo a técnica inventada pelo inglês Appley Pellat (Macedo, 1989: 68), que atingiram elevados preços e grande aceitação por parte dos coleccionadores.

Em 1846, a Vista Alegre cessou a produção do vidro, a qual recomeçaria dois anos depois, apenas para vidro liso e vidraça (Mendes, 2002: 76). A Vista Alegre termina definitivamente, em 1880, com todo o fabrico de vidro dedicando-se em exclusivo à produção de porcelana (Mendes, 2002: 76).

Analisando o problema em termos genéricos, a indústria do vidro em Portugal jamais atingiu o alto nível dos grandes centros europeus e as peças fabricadas restringiram-



Fig.57 – Prato em cristal lapidado com incrustações em camafeu. Figura de D. Maria II, 1833-1840. Museu Vista Alegre. Fonte: (Macedo, 1989: 68)

se na generalidade às de uso comum, conforme se pode ver pela consulta dos catálogos (fig. 58) da Real Fábrica da Marinha Grande e da Real Fábrica da Vista Alegre.

A importação de vidros estrangeiros foi sempre inevitável e chegou a atingir cifras consideráveis ao longo dos séculos XVIII e XIX. Os representantes desses mercados, radicados em Lisboa e Porto, concorriam facilmente com o produto nacional, não só em preço, mas também com a “superior qualidade” do vidro (Mendes, 2002: 78).

Um outro factor, bem importante, a juntar aos dois citados, eram mencionados com alguma estranheza por Guilherme Stephens alegando a preferência pelos produtos de mercados estrangeiros, “não porque fossem melhores mas apenas porque o que vem de fora é sempre melhor” (Stephens *in* Macedo, 1989: 61).

Não parece, porém, que os vidros nacionais pudessem concorrer em qualidade e beleza com os importados dos famosos mercados europeus, conforme se pode verificar pelas peças conhecidas de um e de outros mercados. Assim, as fábricas portuguesas, nomeadamente as da Marinha Grande, não podiam competir com a importação de vidro estrangeiro, sobretudo pela falta de operários competentes e especializados que utilizassem um correcto e vantajoso método de trabalho (Mendes, 2002:78).

Apesar das dificuldades esta indústria tem contribuído para a afirmação do vidro português no estrangeiro, sendo a Marinha Grande o seu centro produtor especialmente em objectos domésticos, decorativos e de embalagem.

Ao longo de vários séculos, a indústria vidreira portuguesa tem reunido uma história de incidentes e sucessos caracterizada por uma maneira de estar muito própria onde as dificuldades de modernização se juntam a uma gestão descontrolada.

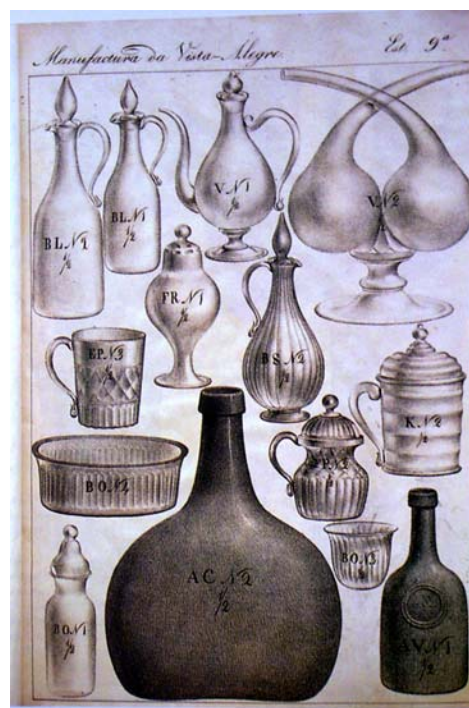


Fig.58 – Catálogo dos vidros fabricados pela Vista Alegre, pág.9. Publicado em 1929. Museu da Fábrica da Vista Alegre. Fonte: (Macedo, 1989: 62)

Hoje o universo industrial do vidro em Portugal tem um peso significativo na economia, com uma variedade de empresas totalmente mecanizadas que respondem às solicitações do mercado com mais eficácia.

Tabela 1 - Cronologia da Indústria Vidreira em Portugal e factos associados (1439 a 1944) (APAI,1989:46)

ANO	FÁBRICA/Outro	FUNDADOR	NOTAS/Fontes
1439	Carta de privilégio passada por D. Afonso V	João Rodrigues Vadiho	Residente em Palmela
1484	Fábrica do Côvo, Oliveira de Azeméis	Diogo Fernandes	D. João II <sup>23</sup>
1528	Fábrica do Côvo, Oliveira de Azeméis	Pêro Moreno	Privilégio concedido por D. João III
1551	Existência de oculistas, vidreiros e fabricantes de espelhos em Lisboa		Relatos de Cristóvão Rodrigues de Oliveira
séc. XVII	Fábrica da Praia do Calvário	Jácome Eatton	Não teve qualquer sucesso
1678	O veneziano António Pellizari vem trabalhar com Francisco Costa		Alice Frothingham, Hispanic-Glass
1689	O vidreiro flamengo Luís Verné de Antuérpia instala-se em Abrantes		Alice Frothingham, Hispanic-Glass
1719	Fábrica Real de Coina	D. João V	Barreiro
1748	Fábrica de Coina foi transferida para a Marinha Grande		Marinha Grande
1769	D. José I passou alvará a favor de Guilherme Stephen		Restabelecimento de uma fábrica de vidros na Marinha Grande.
1805	Fábrica de Duarte Harper no Rio Douro	Duarte Harper	Margens do Rio Douro <sup>24</sup>
1807	Fábrica de Vidro de Vilarinho das Furnas		Cedo terminou a sua laboração. <sup>25</sup>
1811	Fábrica da Rua das Gaivotas	Silvério Taibner	Fazia toda a qualidade de vidros
1813	Fábrica Biester & Filhos e Manuel Emilio		Não atingiu projecção
1824	Real Fábrica de Porcelana, Vidros e Processos Químicos - Vista Alegre (Aveiro)	José Ferreira Pinto Bastos	Tornou-se uma das mais importantes do País
1825	Fábrica de Vidros do Bom Sucesso (Vila Nova de Gaia)	Francisco António Ferreiro	Fábrica movida a vapor
Anterior a 1839	Fábrica de Paço de Rei	Francisco R. Soares	Não teve grande sucesso
1853	Fábrica de Cavaco ou de Santo António do Vale da Piedade	André Michan	Vila Nova de Gaia
1860	Fábrica da Palhaça	Foi efémera a sua datação	Ílhavo - Aveiro
18??	Fábrica da Malhada	João da Cruz	Ílhavo - Aveiro
1860	Fábrica de Vidros do Cabo Mondego	Antoine Bracourt Fils	Buarcos
1860	Fábrica de Garrafas da Amora		Amadora - Em 1808, constituiu-se uma sociedade para a sua criação
1870	Fábrica de José Ferreira Custódio	José Ferreira Custódio Júnior	Marinha Grande
1889	Empresa Vidreira Lisbonense	Pertencia ao Grupo Burnay	Braço de Prata - Lisboa
1889	Fábrica de Santos Barosa	José dos Santos Barosa	Marinha Grande
1894	Fábrica "A Central"	José Ferreira Custódio Júnior	Marinha Grande
1895	Fábrica Nova da Marinha Grande		Marinha Grande
1897	Fábrica de Vidros de Bustelo Abreu Castro & C.		Oliveira de Azeméis
1899	Cooperativa "A Vitrificadora"		Marinha Grande
1900	Fábrica da Cova de Viriato		Viséu
1902	Fábrica a Vapor de Vidros, Cristais e Vidraça 'A Boémia, Lda.		Oliveira de Azeméis
1916	Fábrica de Vidros Castro, Conta & C.a, Lda		Oliveira de Azeméis
1917	Fábrica de Vidros Progresso, Lda		Oliveira de Azeméis
1921	Fábrica de Vidros Nossa Senhora de La Salette, Lda.		Oliveira de Azeméis

<sup>23</sup> D. João II determinou que em Portugal não se podia estabelecer qualquer fábrica de vidros sem o consentimento de Diogo Fernandes.

<sup>24</sup> Não se sabe ao certo se esta fábrica chegou a laborar (Valente:1950)

<sup>25</sup> Situava-se na Serra do Gerês. Foi assaltada e destruída por motivos políticos, em 1808.

1941	COVINA	Automatização da produção da vidraça	Santa Iria da Azóia
1942	Sociedade Industrial Vidreira de Azeméis, Lda.		Oliveira de Azeméis
1944	Atlantis	José Emílio Raposo de Magalhães	Alcobaça

O vidro manual continua a ser produzido, mas em menor escala, ocupando nichos de mercado específicos, nomeadamente o do cristal gravado, como é o caso das empresas “Atlantis”. Por vezes a comunicação social realça factos do sector do vidreiro ligados a falências e encerramento de algumas unidades fabris. Muitas delas baseadas em processos antiquados e pouco competitivos e que não é de estranhar, ao analisarmos o percurso que esta indústria teve neste país.

#### 4.2. O Vidro – Um contributo para o desenvolvimento económico português

O futuro da indústria vidreira em Portugal passa hoje por uma forte aposta na inovação, formação e design. O sector do vidro teve uma evolução dinâmica<sup>26</sup> no final da década de 90, e em 2001, com um crescimento do VAB (Valor Acrescentado Bruto) bastante acima da média da economia e da indústria.

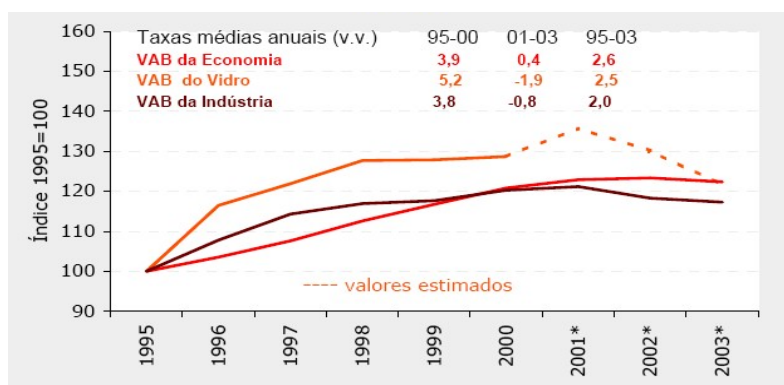


Gráfico 1 – Evolução do VAB do sector do vidro de 1995 a 2003.

Fonte: [http://www.gee.min-economia.pt/resources/docs/publicacao/ectores/Ficha\\_Vidro-050310.pdf](http://www.gee.min-economia.pt/resources/docs/publicacao/ectores/Ficha_Vidro-050310.pdf)

<sup>26</sup> Visto em

[http://www.gee.min-economia.pt/resources/docs/publicacao/ectores/Ficha\\_Vidro-050310.pdf](http://www.gee.min-economia.pt/resources/docs/publicacao/ectores/Ficha_Vidro-050310.pdf), 13/10/2006

Em 2002 e 2003 estima-se que tenha sofrido decréscimos do VAB, acompanhados por quebras ainda mais acentuadas do emprego. A evolução observada até 2001 foi fortemente influenciada pelas dinâmicas do sector Automóvel e da Construção, enquanto a partir de 2002 as quebras do VAB e emprego são sobretudo explicadas pela conjuntura económica desfavorável que atingiu particularmente o sector da construção.

As exportações, designadamente do segmento de vidro de embalagem e cristalaria, têm contribuído igualmente para a evolução do sector. Os principais segmentos de produtos são o vidro plano, essencialmente destinado à construção, o vidro de embalagem e cristalaria, as fibras de vidro e outro vidro (incluindo vidro térmico), sobretudo para o sector automóvel. Trata-se de um sector exportador, onde se destacam as exportações do segmento vidro de embalagem e cristalaria, composto por um grande número de PME's. As maiores empresas pertencem aos segmentos de vidro plano e outro vidro (incluindo vidro térmico), com menor peso na estrutura das exportações.

#### **Principais Empresas**

Empresas	Volume de Negócios 2003 (Milhares €)	Emprego 2003 (Empregados)
BA-FÁBRICA DE VIDROS	50 000	n.d.
SAINT-GOBAIN SEKURIT PORTUGAL	47 189	297
VISTA ALEGRE ATLANTIS	46 808	n.d.
SANTOS BAROSA VIDROS	35 407	n.d.
SOTANCRO-EMBALAGEM DE VIDRO	18 976	400
SAINT-GOBAIN MONDEGO	18 747	254

Tabela 2 – Grupo das maiores empresas do sector do vidro (n.d. – não divulgado). Fonte: [http://www.gee.min-economia.pt/resources/docs/publicacao/ectores/Ficha\\_Vidro-050310.pdf](http://www.gee.min-economia.pt/resources/docs/publicacao/ectores/Ficha_Vidro-050310.pdf)

O vidro manual esteve envolvido numa “crise profunda”<sup>27</sup> o que originou, no início da década de 90, o nascimento da Vitrocristal. A Vitrocristal é um projecto de parceria com 23 empresas da Marinha Grande, programado para seis anos, apoiado por fundos do Quadro Comunitário de Apoio e coordenado pelo IAPMEI, cujo objectivo específico é o de reestruturar o sector da cristalaria. O projecto arrancou com a ideia da Região do Vidro e, também no seu âmbito, foi criada a primeira região demarcada da Europa. A seguir foi criada a marca marinha grande MGLASS (fig. 59) e iniciada a sua promoção nacional e

<sup>27</sup> Visto em [http://www.gee.min-economia.pt/resources/docs/publicacao/ectores/Ficha\\_Vidro-050310.pdf](http://www.gee.min-economia.pt/resources/docs/publicacao/ectores/Ficha_Vidro-050310.pdf), 13/10/2006.



internacional<sup>28</sup>. Todas estas iniciativas já deram os seus frutos. A marca MGLASS em fase de consolidação, foi premiada do ponto de vista do design, da qualidade do seu marketing e do ponto de vista da ideia. A Vitrocristal propôs desenvolver parcerias com as universidades e aumentar o seu trabalho com o CTCV- Centro Tecnológico da Cerâmica e do Vidro, em Coimbra, com vista à criação de uma qualificação no âmbito de uma cultura empresarial sólida e moderna e que passa, também, por um olhar atento à evolução tecnológica.

A expectativa sobre o futuro da Vitrocristal é a de que em 2006 se defina como um projecto auto-suficiente. Será uma empresa que existirá só por si, com uma marca que resulta da parceria dos produtores do vidro manual da Marinha Grande.



Fig.59 - Logomarca MGLASS

### 4.3. Formação e Qualidade

A vertente de formação na área do design também desenvolvida pela Vitrocristal<sup>29</sup> a par com as vertentes de afirmação, consolidação, promoção e comercialização da marca, deslocou-se entretanto, para o CRISFORM - Centro de Formação para o Sector da Cristalaria.

Esta instituição foi criada com o objectivo da implantação de formação no sector vidreiro através da cooperação com a indústria quer a nível do diagnóstico, quer a nível de intervenções com “medidas”<sup>30</sup> adequadas às necessidades das empresas, em parceria com a Associação de Indústrias de Cristalaria e do Instituto de Emprego e Formação Profissional.

<sup>28</sup> Visto em <http://www.iapmei.pt/iapmei-nwl-02.php?tipo=2&id=865>, 30/09/2006

<sup>29</sup> Visto em <http://www.crisform.pt/Apresentacao.html>, 30/09/2006

<sup>30</sup> Visto em <http://www.crisform.pt/Historial.html>, 30/09/2006

A carência de recursos humanos no sector da cristalaria é uma realidade, nomeadamente na área dos vidreiros, em que as pessoas são de “elevada idade”<sup>31</sup> e não se adaptam facilmente a uma nova organização.

Na zona quente (fornos) existe falta de mão-de-obra qualificada, vidreiros, sendo ainda mais problemática a situação na zona fria nomeadamente, na parte de acabamentos e da transformação, face à falta de apetência dos jovens por esta profissão e às duras condições de trabalho e salários pouco atraentes. Assinala-se como prioritário o estabelecimento de políticas que sejam criadoras de novos empregos.

Sendo a criação e o design os principais factores de desenvolvimento do sector, a aposta dos empresários vidreiros passa pela formação e qualidade. Dando resposta a estas preocupações, está o CRISFORM.

Outros factores condicionantes do sector relacionam-se com o investimento e a concorrência. No primeiro o desemprego na indústria do vidro, onde o sector da cristalaria é o mais vulnerável, resulta da “falta de investimentos”<sup>32</sup> que, com algumas excepções se continuam a não fazer para a consolidação da estrutura financeira e tecnológica ao nível dos equipamentos e das instalações, com vista a competir com os seus parceiros. Quanto ao segundo o sector é sensível à concorrência dos países de Leste que contarão com apoios da União Europeia para se estruturarem e mecanizarem melhor o que aparentemente os torna mais evoluídos tecnologicamente<sup>33</sup> e mais concorrenciais com o sector vidreiro português. Por outro lado a recessão do mercado europeu poderá, igualmente, afectar as empresas que exportam.

#### **4.4. A arte do vidro em Portugal**

A longa tradição vidreira, deixou uma vasta gama de objectos que podem ser apreciados, nomeadamente no Museu do Vidro da Marinha Grande. Hoje, o vidro artístico português vive um momento particular, onde as necessidades de sobrevivência das indústrias vidreiras, alia-se como estratégia, ao fomento do design dos novos criadores.

---

<sup>31</sup> Visto em [http://www.gee.min-economia.pt/resources/docs/publicacao/ectores/Ficha\\_Vidro-050310.pdf](http://www.gee.min-economia.pt/resources/docs/publicacao/ectores/Ficha_Vidro-050310.pdf), 13/10/2006.

<sup>32</sup> <sup>32</sup> Visto em [http://www.gee.min-economia.pt/resources/docs/publicacao/ectores/Ficha\\_Vidro-050310.pdf](http://www.gee.min-economia.pt/resources/docs/publicacao/ectores/Ficha_Vidro-050310.pdf), 13/10/2006.

<sup>33</sup> Idem

A valorização do vidro como meio artístico, não é um fenómeno recente, “a concepção moderna do vidro como meio legítimo para o artista remonta à França, na última parte do século XIX” (Ada Polak *in* Mendes, 2002:119).

Em 1972 um grupo de educadores e designers europeus e norte-americanos, trocaram informações durante um encontro no Museu Bellerive, num esforço para promover a aceitação do vidro como forma de arte (Mendes, 2002:120). Nos últimos anos a concepção artística do vidro como forma de expressão tem vindo acentuar-se, através da permuta de ideias e de técnicas (Mendes, 2002:120).

#### 4.5. Um caso de design Português

No princípio do século a indústria portuguesa do vidro procurava uma renovação através do contributo dos artistas plásticos. Em 1926, as propostas do *Atelier Íbis*, composto pelos artistas Sarah Afonso, Ofélia e Bernardo Marques foram insuficientes para mudar a situação (*in cat.* Carvalho, 2001a). A receptividade das fábricas da Marinha Grande, em 1929, com o pintor Jorge Barradas e mais tarde com a pintora Maria Adelaide de Lima Cruz tiveram também pouca repercussão (*in cat.* Carvalho, 2001a).

Em 1949, o Secretariado Nacional da Informação Cultura Popular e Turismo (SNI), promoveu um Salão de Artes Decorativas com a finalidade da criação de um conceito de design, aproximando os artistas e as indústrias, o que viria a ser infrutífero (*in cat.* Carvalho, 2001a).

O design do vidro português parece ser um fenómeno recente, contudo em 1956, o arquitecto Conceição Silva (1922-1982) criou uma loja chamada *Rampa* onde apresentou objectos de decoração e design. Também integrou nos seus projectos obras de vários artistas em que se destaca os vidros de Júlio Pomar, Alice Jorge e Sá



Fig. 60 – Jarras. Cristal soprado moldado com aplicação de manchas de vidro de cor. Início dos anos 60. M<sup>a</sup> Helena Matos.  
Fonte: (*in cat.* Carvalho, 2001a)

Nogueira (*in cat. Carvalho, 2001a*).

A partir de 1960 o contributo da escultora Maria Helena Matos, foi decisivo para a arte do vidro. Esta artista “acabou por encontrar no vidro a matéria de eleição na prossecução de tal objectivo realizando, entre 1956 e 1958, experiências na Fábrica de vidros Santos Galo” (*in cat. Carvalho, 2001a*). Apresentou um conjunto de formas e objectos que criou para a Fábrica – Escola Irmãos Stephens (Mendes, 2002: 127). Também “movida pelo desejo de experimentar um material que lhe consentisse uma expressão plástica nova” (*in cat. Carvalho, 2001a*), desenvolveu um vasto conjunto de objectos perfeitamente “contemporâneos na sua desornamentada e equilibrada expressão formal” (*in cat. Carvalho, 2001a*).

Os seus trabalhos destinavam-se sobretudo, à produção industrial (fig.60) contribuindo para a “irrupção do design contemporâneo português” (*in cat. Carvalho, 2001a*).

Também a arquitecta Carmo Valente apresentaria, entre 1959 e 1962, peças de inspiração italiana para a Fábrica – Escola Irmãos Stephens e serviços de mesa para a Fábrica Crisal de Alcobaça (Mendes, 2002:127).

A criação do Instituto Nacional de Investigação Industrial (INII), contribuiu, também, para impulsionar a renovação do vidro português. Em 1960, o INII integrou a Maria Helena Matos nos seus quadros técnicos.

No seguimento, é criado em 1960, o Núcleo de Arte e Arquitectura Industrial (NAAI), organismo vocacionado para a pesquisa, desenvolvimento, fomento e divulgação junto dos industriais.

Nesta altura, a divulgação do papel do design na modernização industrial ainda era associado apenas à “estética industrial” (*in cat. Carvalho, 2001a*).



Fig. 61 – Frascos. Jarras. Cristal doble soprado moldado. Anos 60.  
M<sup>a</sup> Helena Matos.  
Fonte: (*in cat. Carvalho, 2001a*)

Em 1965, o NAAI promove conferências com técnicos estrangeiros criando a primeira manifestação oficial sobre o problema do design industrial. São expostos trabalhos de artistas europeus e de portugueses onde se revelaria a qualidade de Daciano Costa, Miria Leme e a própria Maria Helena Matos (*in cat.* Carvalho, 2001a). Os anos seguintes foram dedicados ao desenvolvimento da sua actividade com o vidro, destacando-se a criação de linhas estilísticas executadas com o auxílio do Mestre vidreiro António Lopes (*in cat.* Carvalho, 2001a). Neste período criou uma jarra que foi oferecida ao Presidente da República Américo Thomaz (*in cat.* Carvalho, 2001a).

Em 1969, continuou a promover o design português, promovendo diversos eventos e artistas. Em 1976, esteve envolvida na criação da Associação Portuguesa de Designers (*in cat.* Carvalho, 2001a).

O papel do vidreiro em Portugal, enquanto artífice e/ou designer é indissociável uma vez que não há grande tradição da existência do design na indústria vidreira nacional. Também é recente a divulgação de elementos biográficos sobre artistas vidreiros, que durante muito tempo exerceram a sua actividade criadora no anonimato das fábricas.

Alguns nomes, reporta salientar como: José Manuel Roque de Jesus (Líbano), José António Duarte de Carvalho e António Fernando André Esteves (Mendes, 2002:131). Outros nomes mais recentes têm vindo a se afirmar, o que por si, já denota a valorização do papel do artista/criador no meio vidreiro.

O design português do vidro é hoje uma realidade, que se pode constatar na rede de lojas MGlass, que para além de dar a conhecer novos criadores, contribui para a renovação da imagem do produto nacional.

## 5. A ciência do vidro.

De uma forma geral, o indivíduo comum, associa o termo “cristal” a um tipo de vidro especial, neste caso ao cristal de chumbo. Embora existam diferenças na composição dos vários tipos de vidros, estes são bem distintos dos cristais conhecidos pelas ciências.

O termo cristal tem um significado preciso no âmbito da ciência dos materiais e dos estados físicos da matéria. Em linguagem corrente o termo “cristal” é utilizado de forma muito abrangente para designar objectos sólidos que apresentam características de brilho e configuração bem definidos, em geral associadas a formas geométricas simples.

O nome cristal foi de início reservado às substâncias minerais naturais que se apresentam em poliedros cujas faces, ditas cristalográficas, são planas (Dercourt, 1986: 2). Se alguns são cristais, como o gelo, a neve e o sal de cozinha, outros são na realidade vítreos, isto é, são constituídos por materiais cujos átomos e moléculas não apresentam qualquer ordenação específica.

Para explicar esta diferenciação é necessário conhecer os estados físicos da matéria (sólido, líquido e gasoso) e as propriedades físicas e químicas que lhes são características.

Segundo Wedler (2001: 2) “(...) na Termodinâmica Química, a composição da matéria, em dado instante, pode-se descrever por meio de grandezas macroscópicas, as chamadas grandezas de estado (...)”.

Neste capítulo faz-se uma diferenciação estrutural entre sólidos amorfos e cristalinos, referindo algumas das propriedades como a viscosidade, a temperatura de transição, o coeficiente de dilatação e os vários elementos que entram na composição.



Fig. 62 - Policristal de quartzo. Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Quartzo>

## 5.1. O conceito de vidro

“O vidro é um produto inorgânico fundido que foi arrefecido até um estado rígido sem cristalizar”

(A.S.T.M in Navarro, 1985: 52)

Segundo Doremus (1994: 3) muito do conhecimento que se tem sobre o vidro, até ao século XX, foi desenvolvido empiricamente e a experimentação conduzida através do senso comum.

Os primeiros estudos sobre o vidro, de uma forma básica, foram realizados por Michael Faraday, em 1830. Este definiu os vidros como sendo materiais, “mais aparentados a uma solução de diferentes substâncias do que um composto em si” (Doremus, 1995: 3). Faraday estudou a electrólise e a condutividade na fusão de vários vidros, e descobriu que alguns se decompõem sobre o efeito de um campo, e outros não (Doremus, 1993: 3). Aparentemente os vidros com maior condutividade são aqueles que mais facilmente se decompõem (Doremus, 1994: 3).



Fig. 63 - Laboratório de química. Em cima da mesa um exemplar da “pilha” de Faraday. Fonte: <http://www.nndb.com/people/571/000024499>

No início, as definições de vidro basearam-se no conceito de viscosidade de sólidos, tendo em vista que os vidros eram preparados unicamente por fusão/arrefecimento. Baseavam-se, sobretudo, no controlo da formação do vidro através da selecção dos materiais e dos métodos de fabrico (Shelby, 1997: 7). Segundo Varshneya (1994: 29), há dois tipos de teorias de formação do vidro: teoria estrutural e a teoria cinética. Esta última veio substituir a maioria das teorias estruturais anteriores (Shelby, 1997: 7).

A teoria estrutural mais simples foi feita por Goldshmidt, (Varshneya, 1994: 29) que acreditava que apenas os fundidos contendo catiões ligados em forma de tetraedros permitem formar vidros durante o arrefecimento (Shelby, 1997: 7). Lebedev propôs, em 1921, a Hipótese do Cristalito, considerando os vidros como “um fundido comum consistindo de cristais altamente dispersos” (Zarzycki, 1991: 208). A hipótese de Lebedev levava em conta a inter-relação entre as propriedades e a estrutura interna dos vidros, sendo proposta muito antes dos primeiros resultados provenientes dos métodos estruturais baseados no raios-X e na difracção de neutrões (Doremus, 1994: 28). Hoje em dia, ninguém considera a Hipótese do Cristalito para explicar a estrutura dos vidros, contudo, a mesma foi discutida e amplamente considerada durante vários anos.

Em 1932, Zachariasen publicou o artigo *The Atomic Arrangement in Glass*, e afirmava que “*deve ser francamente admitido que não conhecemos praticamente nada sobre o arranjo atómico dos vidros*”<sup>34</sup>. A base estrutural para a formação de vidros por fusão/resfriamento foi firmada por Zachariasen, que propôs que “o arranjo atómico em vidros era caracterizado por uma rede tridimensional que apresentava ausência de simetria e periodicidade” e onde “as forças inter-atómicas eram comparáveis às do cristal correspondente” (Doremus, 1994: 20). A presença ou ausência de periodicidade e simetria numa rede tridimensional seria o factor de diferenciação entre um cristal e um vidro. Elliott (1990) considera que os “vidros são materiais amorfos que não possuem ordem translacional de longo alcance (periodicidade)”<sup>35</sup>, característica de um cristal. Os termos amorfo e sólido não-cristalino são sinónimos nesta definição.

Segundo Zarzycki (1991: 10) o vidro é “um sólido não-cristalino” e também “um sólido amorfo que exhibe uma transição vítrea”. Também Doremus (1994: 25), define que o “vidro é um sólido não-cristalino” e que “um material é amorfo quando não tem ordem a longa distância, isto é, quando não há uma regularidade no arranjo dos constituintes moleculares, numa escala maior do que algumas vezes o tamanho desses grupos” Doremus (1994: p.26).

Para Varshneya (1994: 14), “o vidro é um sólido que tem a estrutura do tipo de um líquido, um sólido não-cristalino ou simplesmente um sólido amorfo, considerando a característica de amorfo como uma descrição da desordem atómica, evidenciada pela

---

<sup>34</sup> Visto em [http://pubs.acs.org/cgi-bin/abstract.cgi/jacsat/1932/54/i10/f-pdf/f\\_ja01349a006.pdf?sessid=8287,14/10/2006](http://pubs.acs.org/cgi-bin/abstract.cgi/jacsat/1932/54/i10/f-pdf/f_ja01349a006.pdf?sessid=8287,14/10/2006).

<sup>35</sup> Visto em <http://www.nature.com/nature/journal/v354/n6353/abs/354445a0.html>, 19/10/2006.



técnica de difracção de raios-X”. Enquanto Selby (1997: 3) define o vidro como “um sólido amorfo com ausência completa de ordem de longo alcance e periodicidade, exibindo uma região de transição vítrea. Qualquer material, inorgânico, orgânico ou metal, formado por qualquer técnica, que exhibe um fenómeno de transição vítrea é um vidro”.

## 5.2. Estrutura e formação dos cristais

Por definição, o cristal é uma porção homogénea de matéria com estrutura atómica ordenada e definida e com forma externa limitada por superfícies planas e uniformes, simetricamente dispostas (Dercourt, 1986: 2).

Segundo Navarro (1985: p.55), num cristal, a posição de cada um dos iões, átomos e moléculas que o constituem, é determinada pelas posições ocupadas, dispondo uma ordenação geométrica e uma periodicidade de longo alcance nas três direcções do espaço, formando uma rede perfeitamente definida.

Assim, no momento da cristalização, o fragmento reticular mais pequeno que conserva todos os elementos de simetria do cristal recebe o nome de célula unitária (fig.64). Esta, então, forma com as suas vizinhas um conjunto de ligações químicas (de qualquer tipo, indo das iónicas às ligações fracas) que determinam a posição espacial que tenderá a ocupar e cujas dimensões, em formas paralelipipédicas, representam os parâmetros estruturais do cristal (Navarro, 1985: 55). São esses os sólidos que se designam por cristais.

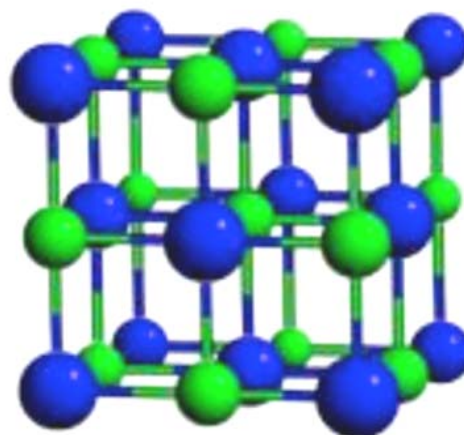


Fig.64 -Célula unitária da estrutura de um cristal de sal (NaCl). Fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Estrutura\\_cristalina#Preval.C3.AAncia\\_da\\_estrutura\\_cristalina](http://pt.wikipedia.org/wiki/Estrutura_cristalina#Preval.C3.AAncia_da_estrutura_cristalina).

As estruturas cristalinas ocorrem em todos os tipos de materiais com todo o tipo de ligações inter-moleculares e inter-atómicas.

Quase todas as ligações metálicas por nuvem de electrões coexistem com um estado policristalino, já que os metais em estado amorfo ou monocristalino raramente existem na natureza. A generalidade dos sais formam cristais, já que as ligações iónicas, formadas a

partir da condensação de soluções, ou da solidificação de sais em fusão, formam malhas cristalinas muito estáveis. Daí que quase todos os sais em estado sólido sejam por cristais. Exemplos de materiais que possuem a sua estrutura interna cristalina são: o sal de cozinha (halite - NaCl), gemas, ferro, cobre, diamantes, e outros.

Na halite (sal de cozinha), cristal iónico, os iões  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  intercalam-se em intervalos precisos e específicos e são mantidos assim, por forças de ligação iónica (Wedler, 1997: 662) (fig. 65). As ligações covalentes também são muito comuns em cristais, em particular em cristais orgânicos (como os açúcares e as proteínas puras). Outros exemplos de cristais com ligações covalentes são: o diamante e a grafite. Os polímeros em geral apresentam regiões cristalinas, mas o comprimento das cadeias dificulta a cristalização total.

Para além das ligações atrás referidas, as forças de *Van der Waals*<sup>36</sup>, assim denominadas em homenagem a Johannes Diderik Van der Waals, assumem um importante papel na formação de cristais moleculares, controlando a aproximação das moléculas e mantendo-as nos seus mínimos energéticos. Um exemplo deste tipo de cristais é o gelo (fig.66).

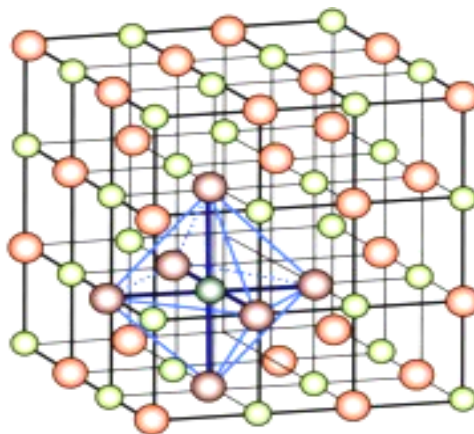


Fig. 65 – Rede cristalográfica cúbica do NaCl. Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Quartzo>



Fig. 66 - Cristal de gelo.  
Fonte: <http://www.its.caltech.edu/~atomic/snowcrystals/photos/photos.htm>

Quase todos os cristais formam-se a partir da contínua adição de matéria nova a uma massa cristalina em desenvolvimento por solidificação ou precipitação. Alguns cristais são originados do magma ou dos gases ígneos do interior da terra e outros dos

<sup>36</sup> Na química, o termo forças de Van der Waals originalmente refere-se a todas as formas de forças intermoleculares. Visto em [http://pt.wikipedia.org/wiki/Liga%C3%A7%C3%B5es\\_de\\_van\\_der\\_Waals](http://pt.wikipedia.org/wiki/Liga%C3%A7%C3%B5es_de_van_der_Waals), 5/07/2006.

fluxos de lava vulcânica que chega à superfície. Os cristais são formados por solidificação durante o arrefecimento da massa de rocha fundida quando os átomos se agrupam numa rede cristalina que determinará o formato e a composição do cristal. Já a formação de cristais por precipitação consiste na existência de uma solução, a partir da qual o material que forma o cristal vai precipitando e, no processo, cada átomo ou molécula vai assumindo uma posição que é determinada pelos átomos ou moléculas vizinhas.

A arrumação das partículas, e a sua persistência no lugar que ocupam na malha cristalina, é determinada pela existência de um mínimo energético nessa posição, correspondente à optimização das ligações formadas entre as partículas.

Um exemplo comum é o que acontece com as soluções sobressaturadas de sal comum (cloreto de sódio): quando a quantidade de sal em solução excede a que pode ser dissolvida àquela temperatura, os iões de sódio e cloreto começam a agregar-se de forma estruturada (em geral em torno de impurezas ou de um cristal semente), crescendo rapidamente por remoção de sal da solução.

Embora menos comum, mas de forma alguma rara, é a formação de cristais a partir de um gás ou mistura gasosa. O exemplo mais comum é o crescimento dos cristais de neve (fig.66) na atmosfera por ressublimação, ou sublimação regressiva, ao ocorrer a passagem de vapor de água (um gás) directamente para sólido. O mesmo acontece com a formação de cristais de enxofre nas sulfataras e de outros cristais em torno das fumarolas.



Fig.67- Um cristal policromo de Bismuto.  
Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Quartzo>

Em condições ideais, o resultado dos processos de cristalização seria a formação de um único cristal, no qual todos os átomos (ou moléculas) encontrassem o seu lugar numa malha cristalina comum. Na realidade, porque o processo se inicia em múltiplos lugares e é instável no seu desenvolvimento, forma-se em geral uma miríade de cristais que se vão fundindo (com as óbvias imperfeições daí resultantes), à medida que as suas superfícies de crescimento se interceptam (fig.67).

Os sólidos policristalinos assim formados, apesar de localmente manterem a simetria imposta pela malha cristalina, assumem formas complexas onde a simetria geral pode não ser imediatamente perceptível ou mesmo não existir. Através de processos de deposição controlada, é possível fazer crescer grandes monocristais, como por exemplo os necessários para aplicações fotoelétricas. Devido às suas propriedades e beleza são também criados cristais geminados, resultado de um crescimento simétrico em torno de um eixo predefinido.

Os vidros, como os líquidos, são isotrópicos, uma propriedade que acrescenta valor na aplicação num grande leque de finalidades. Quando um vidro arrefece, a mobilidade das suas moléculas diminui. E, embora se verifique uma tendência para elas se orientarem, quando o material se torna rígido, as moléculas fixam-se de forma desordenada, resultando num sólido com uma distribuição molecular semelhante à dos líquidos. Independentemente da direcção em que forem medidas, as propriedades dos vidros apresentam um índice de refacção igual em todas as direcções de propagação da rede cristalina<sup>37</sup>. Revelam assim isotropia, uma qualidade específica dos líquidos.

### 5.3. Estrutura vítrea e estrutura cristalina

Uma das definições de vidro é ser um sólido amorfo (Zarzycki, 1991: 10), justamente porque a sua estrutura não possui a organização periódica dos cristais.

A organização é baseada em unidades estruturais que permitem estabelecer planos de simetria e um padrão regular. Na própria unidade estrutural, os átomos têm posições bem definidas, entretanto, entre uma unidade estrutural e outra, a posição pode ser aleatória.

Na figura 68, a imagem da esquerda é uma representação bidimensional para o arranjo cristalino simétrico e periódico de um cristal de composição  $\text{SiO}_2$ , enquanto a imagem da direita mostra a rede amorfa para o mesmo composto, caracterizada pela ausência de simetria e periodicidade (Zarzycki, 1991, 38). A figura 68 é uma representação bidimensional simplificada, visto que as estruturas formadas pelo  $\text{SiO}_4$  resultam em formas de tetraedros em que o centro é ocupado pelo silício e os quatro vértices pelos oxigénios. Nos cristais, a configuração estrutural repete-se tridimensionalmente (Doremus, 1994: 27).

---

<sup>37</sup> Visto em <http://pt.wikipedia.org/wiki/Isotropia>, 21/10/2006.

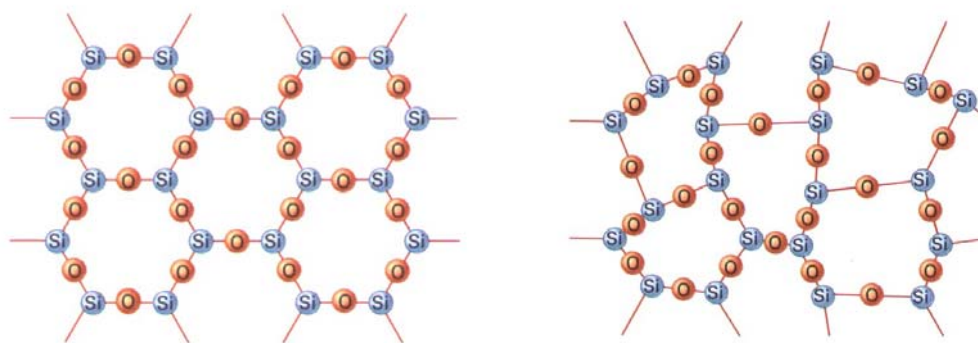


Fig.68 – A - moléculas de SiO<sub>2</sub> na forma cristalina. B - moléculas de SiO<sub>2</sub>, dispostas numa retícula desordenada, própria do vidro. Fonte: (Beveridge, 2004: 25)

Conhecer ou desvendar a estrutura implica identificar os átomos que compõem o cristal, as suas localizações e a sua configuração espacial, esse é o trabalho de uma área da ciência chamada Cristalografia. Através da exposição dos cristais aos raios-X, pode-se observar o fenómeno da difracção da radiação (Born, 1969: 34) definindo-se um padrão de difracção diferente para cada tipo de cristal (Doremus, 1994: 29). Isso só é possível porque o “comprimento de onda”<sup>38</sup> da radiação-x é da ordem de grandeza do espaçamento dos átomos numa rede cristalina (Doremus, 1994: 29).

No caso de um cristal, a difracção é feita pelos átomos da rede cristalina. A radiação difractada é no entanto mais intensa em determinadas direcções segundo planos cristalográficos que se conseguem estabelecer dentro da rede cristalina.

A lei de Bragg [  $2d \sin\theta = n\lambda$  ] estabelece uma relação entre essas direcções utilizando simplesmente um princípio de interferência construtiva (Wedler, 1997: 109) em que  $d$  é o espaçamento entre planos adjacentes que como a figura 69 mostra podem ser definidos em diversas direcções;  $\theta$  é o ângulo de incidência e  $\lambda$  é o comprimento de onda da radiação-x incidente.

Examinando o espectro de difracção do raio X, o tipo de estrutura do cristal pode ser identificado através da determinação do afastamento entre os planos que podem determinar a posição dos átomos. Os dois diagramas da figura 69, podem ajudar a compreender os fundamentos de difracção do raio X. Cada diagrama representa os átomos dispostos numa estrutura de um dado cristal. Medindo os ângulos da difracção dos raios X,

<sup>38</sup> Os raios X são ondas electromagnéticas de comprimento de onda da ordem do 0,1nm.

pode-se deduzir o afastamento entre os planos dos átomos e a sua orientação e assim determinar a estrutura do cristal (Dercourt, 1981: 9).

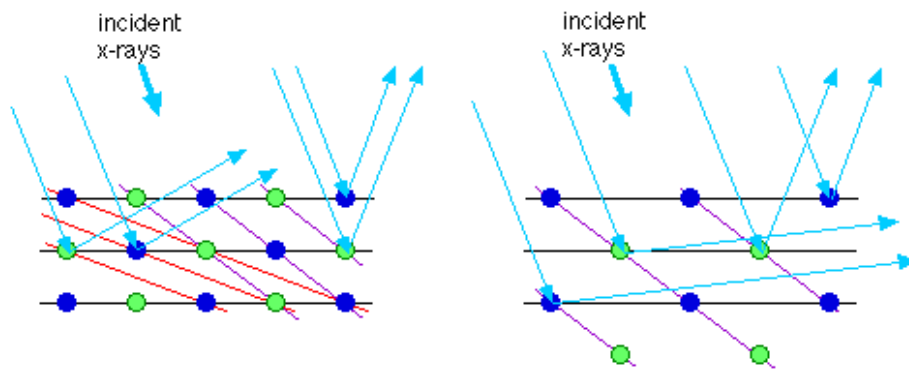


Fig.69 - A difracção dos raios X difere de cristal para cristal. A determinação dos ângulos permitirá o cálculo do afastamento dos planos dos átomos e identificar a estrutura do cristal. Fonte: <http://physics.bu.edu/~duffy/PY106/Instruments.html>

#### 5.4. Viscosidade

A viscosidade constitui uma característica própria dos fluidos, líquidos e gases. Consiste na resistência que o fluido opõe aos movimentos internos relativos das suas partículas. A viscosidade depende directamente da temperatura (Doremus, 1994: 99). De um modo geral, a viscosidade diminui, isto é, as partículas aumentam os seus movimentos de translação quando a temperatura aumenta (Doremus, 1994: 99). Durante o arrefecimento as partículas constituintes do vidro vão diminuindo o movimento de translação, deslocando-se cada vez mais lentamente até não conseguirem encontrar a orientação adequada para formar um sólido cristalino, pelo que mantêm uma estrutura amorfa de líquido congelado.

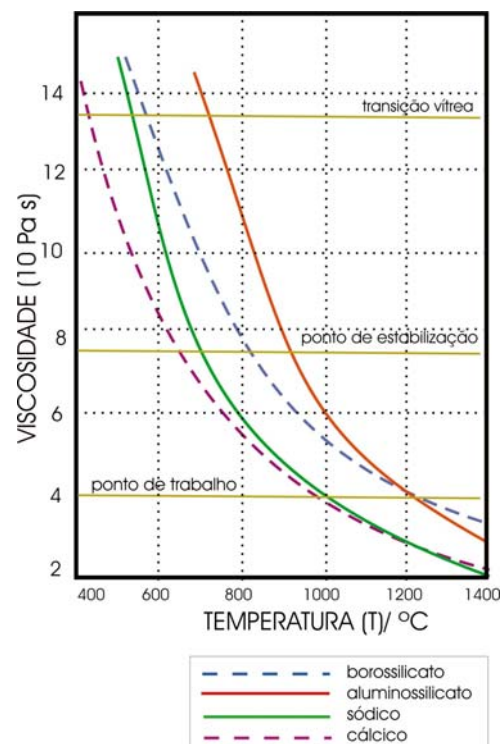


Fig. 70 - Gráfico das curvas de viscosidade de diferentes vidros de silicato. (Doremus, 1995: 100)

O vidro é caracterizado por um comportamento físico de sólido com estrutura de líquido congelado com viscosidade elevada.

Segundo o critério de viscosidade, um sólido é um material rígido, que não escorre quando submetido a forças moderadas (Zarzycki, 1991: 242).

A grande diferença entre os vidros e os outros materiais é a sua viscosidade elevada acima do ponto de fusão. Baseado neste conceito, definiu-se vidro como “um material formado pelo arrefecimento do estado líquido (fundido), o qual exhibe mudanças contínuas em qualquer temperatura, tornando-se mais ou menos rígido através de um progressivo aumento da viscosidade (fig.70), acompanhado da redução da temperatura” (McLellan, 1984: 21).

Actualmente no sistema internacional (Navarro, 1985: 338) as unidades de viscosidade é expressa em Pascal segundo:

$$1\text{Pa s} = 1\text{kg m}^{-1}\text{s}^{-1} = 1\text{N s m}^{-2}$$

Um sólido pode ser definido quantitativamente por possuir uma viscosidade maior que  $10^6$  Pa s (Pfaender, 1983: 19). Podemos ter uma ideia da importância desse valor comparando com a água<sup>39</sup> a 0 °C cuja viscosidade é em torno de  $2 \times 10^{-3}$  Pa s (Paul, 1990:6). Contrariando a ideia de que o vidro é um líquido que escorre muito lentamente, podemos afirmar que com a alta viscosidade que possui, o vidro não flui de forma alguma, mesmo quando submetido a forças moderadas.

Uma das técnicas para se fazer vidros consiste no arrefecimento rápido de um líquido, até um estado em que a viscosidade aumente consideravelmente. Se a taxa de arrefecimento é muito lenta, ocorre a formação de cristais, já que, em termos termodinâmicos, a energia para formação de cristais é muito mais baixa do que a do líquido no ponto de fusão.

### 5.5. Coeficiente de dilatação do vidro – dilatação térmica

---

<sup>39</sup> Visto em <http://www.ufsm.br/gef/VisLiq.htm>, 21/10/2006.

Segundo Navarro (1985: 382) a dilatação da maioria dos materiais pela acção do calor é uma consequência do aumento da energia interna, que determina uma maior amplitude das vibrações térmicas moleculares e uma maior distância entre os seus constituintes estruturais. Este aumento varia de material para material dependendo da temperatura e denomina-se coeficiente de dilatação, podendo referir-se ao volume (coeficiente de dilatação cúbica,  $\alpha_v$ ,  $\delta$ ), à superfície (coeficiente de dilatação superficial,  $\alpha_s$ ) ou a uma só dimensão (coeficiente de dilatação linear,  $\alpha_l$ ) (Navarro: 1985: 382). Também se podem chamar coeficientes de expansão e o coeficiente de expansão cúbica também se chama coeficiente de expansão térmica.

Dado que o coeficiente de dilatação varia com a temperatura, o seu valor real a uma determinada temperatura é calculado em função da curva de dilatação térmica num ponto:

$$\alpha = \left( \frac{1}{V} \right) \left( \frac{\delta V}{\delta T} \right)_p \quad \alpha_l = \left( \frac{1}{l} \right) \left( \frac{\delta l}{\delta T} \right)$$

Quanto maior for o coeficiente de dilatação, maior será a expansão do vidro. Para Beveridge (2004:58), o coeficiente de dilatação é uma das características de maior importância tecnológica dos vidros, que influencia algumas das suas propriedades (ex: resistência ao choque térmico) e limita a sua utilização para certas aplicações (fabricação de termómetros, sistemas ópticos, uniões vidro-vidro ou vidro e outros materiais) e condiciona o desenvolvimento das etapas no processo de fabricação (recozimento, tensionamento, etc.).

O comportamento dilatométrico dos vidros depende fundamentalmente da sua composição e da sua história térmica (Navarro, 1985: 383).

O coeficiente de dilatação é calculado a partir de testes de laboratório ou por um cálculo matemático. Os testes de laboratório permitem apenas efectuar medições de dilatação em temperaturas entre o 0 °C e 300 °C, uma vez que acima desta temperatura não se consegue efectuar qualquer medição (Beveridge, 2004: 58). O coeficiente de dilatação obtido por cálculo matemático baseia-se nos elementos que compõem a fórmula do vidro, mas não inclui parâmetros como determinadas variações nos materiais, no fundido ou nas percentagens dos óxidos dos agentes de cor (Beveridge, 2004: 58).



A compatibilidade dos vidros é um factor determinante quando se pretende fazer uniões entre vidro-vidro. Para Navarro (1985:396) os vidros são compatíveis quando a diferença entre os seus coeficientes de dilatação é inferior a  $5.10^{-7}K^{-1}$ . Quando se pretende efectuar uniões entre vidros com coeficientes de dilatação com maior diferença exige-se intercalar vidros com coeficientes de dilatação intermédios de forma a reduzir o valor entre eles (Navarro, 1985: 392).

## 5.6. Temperatura de transição do vidro

O método clássico de produção de vidro consiste em arrefecer um líquido rapidamente para que não exista tempo para ocorrer a cristalização (Zarzycki, 1995: 11). Para estudar este processo é necessário seguir convenientemente a evolução das variáveis termodinâmicas: volume e temperatura (Zarzycki, 1995: 11).

A relação entre o cristal, o líquido e o vidro pode ser explicada por meio de um diagrama de volume/temperatura (gráfico 2).

Ao refrigerar o material vítreo a partir do ponto em que o material está no estado líquido inicial A, o volume diminuirá firmemente ao longo de AB (Paul, 1990: 2). Se a taxa de refrigeração for lenta, com a possibilidade de formação de núcleos a cristalização ocorrerá à temperatura  $T_f$ , dando-se a solidificação.

Quando se atinge  $T_f$ , durante o processo de solidificação, o volume diminuirá entre B e C, e a temperatura mantém-se constante enquanto as duas fases sólidas existirem em conjunto. Com o abaixamento de temperatura ao longo de CD o sólido continuará a contrair-se.

Se a taxa de refrigeração for suficientemente rápida não permitindo a formação de núcleos, a cristalização não ocorre no ponto  $T_f$ , o volume do líquido sobrarrefecido diminui ao longo de BE, que é a continuação de AB. Ao atingir uma temperatura  $T_g$ , chamada de temperatura de transição ou temperatura de transformação do vidro (Zarzycki, 1995: 12) a

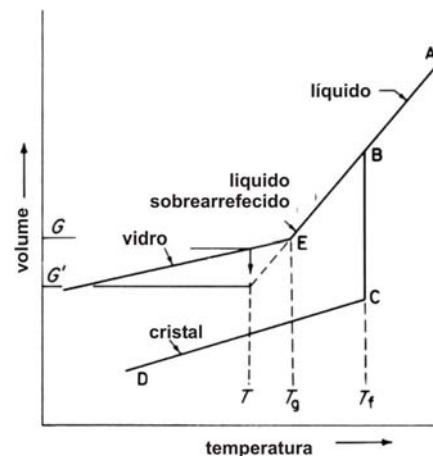


Gráfico 2 – Efeito da temperatura no processo de formação do vidro e do cristal a partir do estado líquido.  
Fonte: (Paul, 1990: 3)

curva de variação do volume com a temperatura apresenta uma mudança significativa na inclinação e continua quase paralela à curva CD que traduz o comportamento da estrutura cristalina. Somente abaixo de  $T_g$  é que o material se designa por vidro (Paul, 1990: 2). Na posição E, o ponto que corresponde ao  $T_g$ , varia com a taxa de refrigeração - e assim é mais apropriado chamar uma zona de transformação do que um ponto fixo. Em  $T_g$  a viscosidade do material é muito elevada, cerca de  $10^{12}$  Pa s (Zarzycki, 1995: 19). A temperatura do vidro é constante em  $T$ , que é um ponto abaixo de  $T_g$ , e o volume G continuará a diminuir lentamente. Eventualmente alcança o nível  $G'$  no gráfico (Paul, 1990: 3). Outras propriedades do vidro mudam também com o tempo em torno de  $T_g$ . Este processo é conhecido como estabilização por que o vidro alcança um estado mais estável (Zarzycki, 1994: 14). Para Paul (1990: 3), acima de  $T_g$  não se observam propriedades dependentes do tempo. As propriedades de um vidro dependem da extensão da taxa de refrigeração, particularmente através da zona de transformação (Paul, 1990: 3). Na zona de transformação a energia favorece a formação dos cristais, enquanto o aumento da viscosidade favorece a não-cristalização (desvitrificação). O vidro será resultado da relação directa entre estes dois factores. Por isso na fabricação do vidro deve ser evitada a formação de cristais e provocar a passagem para um estado onde exista alta viscosidade e ausência de arranjo cristalino.

### **5.7. A composição do vidro**

Uma das razões do vidro ser tão popular e duradouro, talvez esteja na sua composição, pois os vidros mais comuns, são aqueles usados para fazer vidro plano e embalagens e que, tecnicamente, são denominados por sodocálcicos (Pfaender, 1983: 25).

Nas suas diversas combinações com outros materiais, os vidros geram muitos materiais indispensáveis ao nosso quotidiano, como vidros de janelas, faróis de automóveis, revestimento de lâmpadas, embalagens, etc. As combinações de materiais são feitas também para melhorar as propriedades do vidro: torná-lo resistente ao choque térmico e ao ataque químico, maior transparência, coloração e opalescência (Pfaender, 1983: p.26-28). Por exemplo, os vidros de laboratórios, como o Pyrex, são vidros

borossilicato e a sua composição (tabela 3), aliada ao método de fabricação, permite que suportem substâncias altamente reactivas e corrosivas (Doremus, 1994: 190).

Óxidos	% nos vidros comuns					
	Sodocálcico	Borossilicato	Chumbo	Alcalino terroso	Alumino-silicato	Fibras de vidro
SiO <sub>2</sub>	72.6	81.0	68.0	77.0	64.0	55.0
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.8	13.0	24.0		4.5	7.0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.7	2.0	1.0		10.4	15.0
CaO	4.6			1.0	8.9	21.0
MgO	3.6				10.2	
PbO				8		
Na <sub>2</sub> O	15.2	4.0	7.0	9.0	1.3	1.0
K <sub>2</sub> O				5.0	0.7	1.0

Tabela 3 – Composição química de vários tipos de vidro.  
 Fonte: in Tabela I (Doremus, 1995: 6)

### 5.8. Os elementos químicos na composição do vidro

Segundo Scaglioni (1988: 10), a Indústria Corning emprega regularmente 47 dos elementos da tabela periódica e outros 20 ocasionalmente. Também a Companhia de Vidro Pilkington, em Inglaterra, utiliza cerca de 1/3 da tabela periódica (Scaglioni, 1988: 10). Contudo nos vidros comerciais há restrições destes elementos e consequentemente mesmo das matérias-primas que eles contêm (Scaglioni, 1988: 10).

A utilização de grande quantidade de elementos químicos na composição do vidro pode ser constatada através do gráfico 3, que representa os comportamentos dos materiais representados na forma de óxidos mais utilizados na produção dos vidros e oferece-nos um quadro não quantitativo mas significativo do balanço destes óxidos com o tipo de vidro que se pretende obter.

De acordo com a teoria de Zachariasen (Scaglioni, 1988: 13) sobre a estrutura dos vidros as matérias-primas utilizadas na fabricação do vidro são agrupadas de acordo com

as funções que desempenham na sua elaboração. Assim sendo, são divididas em quatro grupos:

- Vitrificantes ( $\text{SiO}_2 - \text{B}_2\text{O}_3 - \text{P}_2\text{O}_5$ ) - Formadores reticulares.
- Fundentes ( $\text{Na}_2\text{O} - \text{K}_2\text{O}$ ) - Modificadores reticulares.
- Estabilizadores ( $\text{Al}_2\text{O}_3, \text{CaO}, \text{MgO}, \text{BaO}, \text{ZnO}$ ) - Estabilizadores reticulares.
- Matéria secundárias – óxidos ou elementos usados em pequenas quantidades.

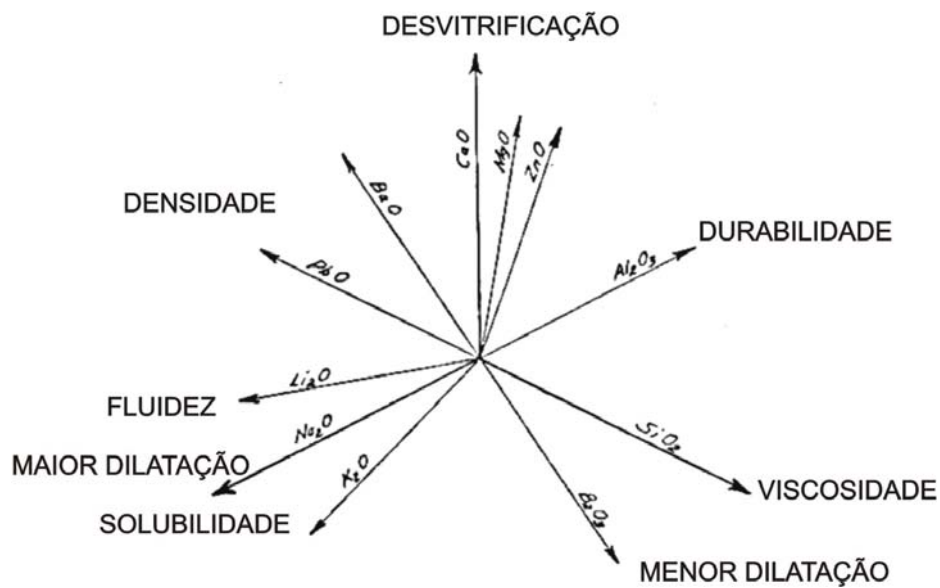


Gráfico 3 – Funções dos componentes na forma de óxidos na formação do vidro.  
Fonte: (Scaglioni, 1988: 11)

Baseado nesta premissa, são consideradas as matérias-primas das quais se obtêm estes óxidos, dando prioridade às que são essencialmente utilizadas.

O gráfico 3, também, permite observar que a seta da sílica ( $\text{SiO}_2$ ) indica para o aumento da viscosidade um baixo coeficiente de dilatação já as setas dos álcalis ( $\text{Li}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ) indicam um aumento da fluidez associado ao elevado coeficiente de dilatação e solubilidade (Scaglioni, 1988: 11). A seta do óxido de chumbo ( $\text{PbO}$ ) indica que a sua presença permitirá um aumento da densidade do vidro sendo o seu principal emprego no vidro cristal (24 a 30% de  $\text{PbO}$ ), o qual tem elevados índices de refração, elevada fluidez para obter uma perfeita refinação e um vasto intervalo de laboração (Scaglioni, 1988: 12).

A maior parte destes vidros destinam-se à laboração manual e semiautomática. A seta da alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) está associada ao aumento da resistência química (durabilidade).

As setas dos óxidos  $\text{ZnO}$ ,  $\text{MgO}$  e  $\text{CaO}$  indicam a função mediadora destes óxidos, estão entre os formadores reticulares (Scaglioni, 1988: 11). São, na prática, os óxidos que permitem a produção económica e comercial de 80% do vidro produzido.

O emprego de  $\text{ZnO}$  é muito limitado particularmente pelo seu custo (Scaglioni, 1988: 11). Quanto ao  $\text{MgO}$  é ainda muito importante nos vidros sujeitos a uma utilização constante do que em relação aos vidros com  $\text{CaO}$ , importantes na redução do intervalo de laboração essencialmente na velocidade das máquinas para vidros de embalagem (Scaglioni, 1988: 11).

A pureza das matérias-primas é uma condição indispensável e uma escolha individual das matérias-primas pode ser feita sobre a base dos seguintes critérios:

- Constância da composição analítica. Variações da composição analítica repercutem-se nas características químicas e físicas ou sobre as características de fusibilidade e laboração do vidro, com as consequências negativas para a eficácia do processo produtivo (Scaglioni, 1988: 13).

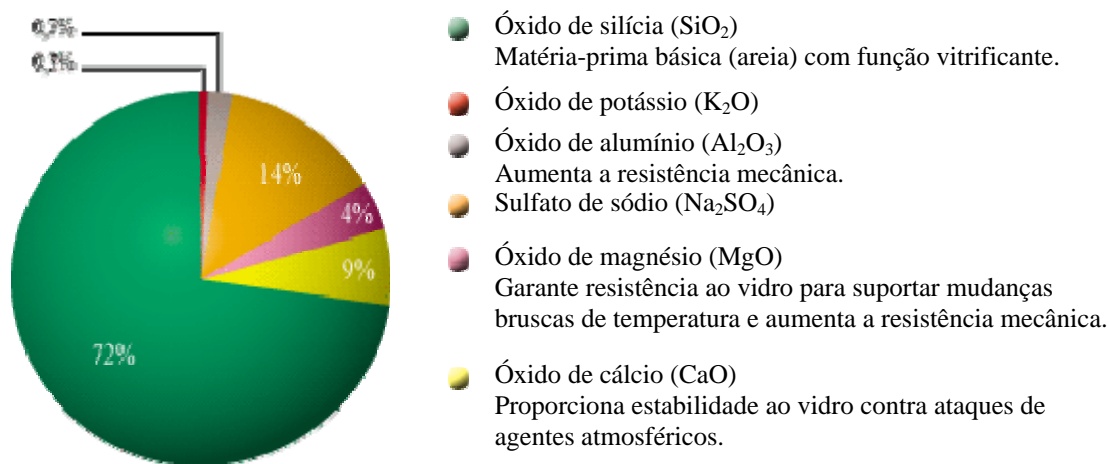


Gráfico 4 – gráfico da percentagem dos componentes do vidro de cálcio.  
Fonte: <http://www.cebrace.com.br/telas/vidro>; (Scaglioni, 1988: 41)

- Ausência de impurezas indesejáveis, particularmente substâncias com Fe e Cr dotados de poder corante e minerais de difícil fusibilidade (Scaglioni, 1988: 13).

- Constância das características físico-químicas, da grandeza granulométrica, da densidade e da quantidade de água (Scaglioni, 1988: 13).

## 5.8.1. Vitrificantes

### 5.8.1.1. A sílica

O componente essencial do vidro consiste na sílica (Doremus, 1994: 5), presente na areia (fig.71), na forma de dióxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ). Esta matéria, constitui aproximadamente três quartos do vidro e corresponde ao elemento fundamental empregue como vitrificante. São também acrescentados outros materiais para baixar o seu ponto de fusão, endurecer, colorir e descolorir o vidro obtido.



Fig. 71 - Areias quartzíticas. Fonte: <http://oficina.cienciaviva.pt/~pw054/vidro/Areias.htm>

Ao fundir, o dióxido de silício transforma-se num líquido espesso e viscoso. Se aquecermos a sílica até aos  $1700^\circ\text{C}$  (Pfaender, 1983: 25), obtemos um material viscoso, difícil de manusear e moldar antes de solidificar.

Desde as origens do vidro, a dificuldade existente para atingir a temperatura de fusão foi notória. Além disso, os resultados alcançados, com vista à obtenção de vidro, unicamente mediante a fusão de sílica em forma de areia, traduziam-se num material frágil, quebradiço, inapto para a execução de qualquer tipo de forma ou objecto.

Mais tarde foi possível controlar com precisão a temperatura e atingir a zona de fusão adequada para uma homogeneização dos componentes, factor que levou ao acréscimo de outros elementos químicos ao dióxido de silício (Doremus, 1994: 5). Isto permitiu o abaixamento do ponto de fusão da sílica e conferir ao vidro a dureza necessária à sua laboração.

### 5.8.1.2. Óxido de boro

O óxido de boro ( $\text{B}_2\text{O}_3$ ) é também um bom formador do vidro, no entanto, é somente utilizado em casos muito excepcionais, devido à sua elevada solubilidade (Navarro, 1985: 133). É um componente essencial para a produção de vidros neutros para

laboratório, vidros termorresistentes de alta estabilidade a diferenças bruscas de temperatura e de fibras de vidro bem como de outros vidros especiais (Navarro, 1985: 133). É adicionado na composição de vidros sodocálcicos, em pequenas quantidades, contribuindo para acelerar a fusão, melhorar as propriedades como a estabilidade química, a resistência ao choque térmico e o índice de refração (Navarro, 1985: 133).

#### **5.8.1.3. Pentóxido de difósforo**

Segundo Navarro (1985: 133) a utilização do pentóxido de difósforo ( $P_2O_5$ ) na formação do vidro é mais limitada. Tem um emprego industrial muito pequeno limitando-se à produção de vidros opala e a vidros com propriedades ópticas especiais devido à sua transparência no intervalo ultravioleta e à sua baixa transmissão no domínio infravermelho. Estes vidros de fosfato apresentam um inconveniente devido à sua elevada solubilidade (Navarro, 1985: 134). Na ausência de silício na composição e devidamente estabilizados estes vidros são resistentes ao ácido fluorídrico. Vidros com certas quantidades de pentóxido de difósforo são usados em aplicações médicas de biovidros.

#### **5.8.1.4. Outros vitrificantes**

Os óxidos de arsénico e de antimónio, também intervêm na composição do vidro como vitrificantes, embora como componentes secundários desempenhando o papel de afinadores (Navarro, 1985: 134). Outros óxidos como o de germânio, e de vanádio entre outros, apenas são utilizados em vidros especiais.

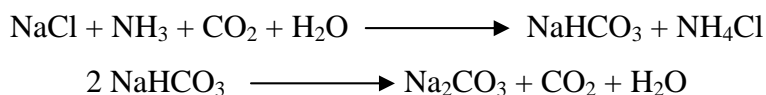
### **5.8.2. Fundentes**

Os fundentes favorecem a formação do vidro, contribuem para a redução da temperatura de fusão da sílica e facilitam a laboração (Navarro, 1985: 135). Ao longo da história produziram-se dois tipos essenciais de vidros dependendo dos fundentes utilizados: de carácter sódico ( $Na_2CO_3$  e  $Na_2SO_4$ ) ou de carácter potássico ( $K_2CO_3$ ), extraídos de

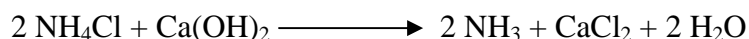


plantas ou de minerais, consoante a época e que resultaram no que conhecemos como vidros sódicos e vidros potássicos (Pfaender, 1993: 26).

O óxido de sódio é o óxido alcalino que entra na composição dos vidros comuns em maior proporção. Conforme Navarro (1985: 135) a matéria-prima frequentemente utilizada para introduzir o óxido de sódio no vidro é o carbonato de sódio. Na natureza o carbonato de sódio pode ser encontrado no que se chama de trona ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) (fig.1). A necessidade de satisfazer a grande procura de carbonato de sódio levou ao desenvolvimento do método Solvay que consiste no tratamento do cloreto de sódio com carbonato de cálcio na presença de soluções aquosas de amoníaco para formar hidrogenocarbonato de sódio que posteriormente se submete a uma descarbonatação (Navarro, 1985: 135).



Do cloreto de amónio formado recupera-se o amoníaco tratando-se com hidróxido de cálcio:



Os fundentes de carácter potássico foram largamente utilizados nos vidros fabricados na antiguidade. O óxido de potássio é geralmente introduzido na composição do vidro a partir do carbonato de potássio. A utilização do óxido de potássio como substituto do óxido de cálcio permite um aumento da qualidade do vidro, principalmente do brilho. Devido ao aumento do volume iónico do potássio, estes vidros são mais viscosos que os sódicos e apresentam um intervalo de trabalho maior. As utilizações dos vidros potássicos são reservadas para vidros mais nobres e aplicações especiais (Navarro, 1985: 138).

O óxido de cálcio é também utilizado como fundente, embora actue como estabilizante e em excesso pode promover a desvitrificação do vidro. O óxido de cálcio é introduzido na composição do vidro através do carbonato de cálcio existente na cal natural (Navarro, 1985: 139).

O óxido de magnésio desempenha um papel muito semelhante ao óxido de cálcio e exerce uma acção de complemento melhorando as suas propriedades. Os vidros com

magnésio são mais estáveis e basta uma pequena percentagem de MgO para diminuir a sua tendência para a desvitrificação. O óxido de magnésio é introduzido através da adição da dolomite na composição do vidro (Navarro, 1985: 140).

O óxido de bário também entra na composição do vidro como fundente. Este permite o aumento da densidade, do índice de refração, do brilho, e melhora a sonoridade. Segundo Navarro (1985: 140) o elevado raio iónico do óxido de bário aumenta a viscosidade do vidro, tornando-o mais fácil de moldar e prolonga o período de trabalho. O óxido de bário é introduzido na composição do vidro através de produtos sintéticos puros, como o carbonato e o nitrato.

### **5.8.3. Estabilizantes**

Os estabilizantes revelam-se necessários para proporcionar dureza à matéria vítrea (Pfaender, 1993: 26), sendo habitual acrescentar à composição do vidro óxidos de cálcio (CaO e CaCO<sub>3</sub>). Sem eles, o vidro seria um material solúvel até em água.

Alguns autores antigos referiram-se ao acréscimo de conchas moídas na areia, de modo a obter-se um vidro mais duro. Contudo, estudos recentes, resultantes da análise dos vidros encontrados nas escavações arqueológicas demonstraram que, afinal, o emprego de cal era mais frequente, tal como acontece na actualidade.

Segundo Navarro (1985: 141) os estabilizantes actuam com um carácter intermédio entre modificadores e formadores estruturais. Os mais frequentes na composição dos vidros industriais são: alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), óxido de chumbo (PbO) e o óxido de zinco (ZnO).

O feldspato é a matéria-prima mais utilizada para introduzir a alumina na composição do vidro. O óxido de chumbo é adicionado na forma de tetróxido de chumbo (Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) ou como carbonato básico [2PbCO<sub>3</sub>·Pb(OH)<sub>2</sub>], enquanto o óxido de zinco pode ser introduzido na forma natural de *Smithsonite* (ZnCO<sub>3</sub>) (Navarro, 1985: 143).

### **5.8.4. Componentes secundários**

Na composição do vidro intervêm outros constituintes em menores quantidades com certas funções: colorantes, descolorantes, opacificantes, etc (Navarro, 1985: 143). Na indústria do vidro são também adicionados como matérias-primas alguns materiais

resultantes de sobras industriais, dito casco, com a mesma composição e que funcionam como aceleradores das reacções de formação do vidro. Para além disso, a água é adicionada como elemento agregador dos grãos na mistura e actua como dissolvente dos componentes mais solúveis, especialmente o carbonato de sódio (Navarro, 1985: 144).

## **5.9. A cor do vidro**

O vidro é dos poucos sólidos que transmite luz na região do espectro visível (Shelby, 1997: 195). As propriedades ópticas do vidro também permitem a sua aplicação em instrumentos que utilizam a luz infravermelha ou os raios ultravioletas (Doremus, 1994: 306). No entanto é pelas suas qualidades estéticas e decorativas que o vidro de cor tem uma grande aplicação.

A variedade de cores no vidro é resultado da reacção de iões de metais de transição em pequenas concentrações (Doremus, 1994: 313). Os metais ao serem dissolvidos no vidro, interagem com a luz ambiente que nele incide, transmitindo radiação num determinado comprimento de onda, característico de uma cor específica (Navarro, 1985: 469). Por exemplo a cor verde dos vidros mais comuns, de janela, de garrafas, é devida à presença de iões de ferro (Doremus, 1994: 313). No caso de taças ou objectos feitos de cristal de chumbo, o seu alto brilho é devido ao aumento da refacção da luz provocado pela adição de óxido de chumbo (PbO) (Scaglioni, 1988: 180). É essa alta capacidade de refacção da luz que é a responsável pelo grande brilho dos diamantes e do cristal de rocha (quartzo).

Os vidros podem ser coloridos mediante a adição durante o processo de preparação do vidro, de óxidos e sulfuretos metálicos ou de metais puros. Por exemplo, é utilizado o óxido de cobre e o ouro coloidal para a obtenção do vermelho; o óxido de prata, para o amarelo; o cobalto, para o azul; o magnésio, para o violeta, etc (Doremus, 1994: 313).

### **5.9.1. Medir e produzir a cor**

Na indústria do vidro, a cor é medida por equipamentos, que garantem que os produtos tenham as propriedades adequadas mas também que a cor possa ser reproduzida ao longo dos anos, sem nenhuma variação. Uma amostra de vidro a ser introduzida no

equipamento de medição da cor, que é chamado de colorímetro, fornece valores que permitem localizar a cor no gráfico 5. Pode-se assim, se necessário produzir a mesma cor em igual produto novo.

O colorímetro é um aparelho baseado na lei de Lambert-Beer (Navarro, 1985: 467).

Johann Heinrich Lambert (1728-1777) efectuou as suas principais contribuições no domínio da matemática e da física e publicou, em 1760, livros intitulados de fotometria, em que indicava a variação da intensidade luminosa de um raio de luz atravessando um número "n" de camadas de cristal. Considerou haver uma proporcionalidade exponencial entre a radiação absorvida e a espessura de vidro atravessada com uma constante de proporcionalidade com um valor característico para cada cristal.

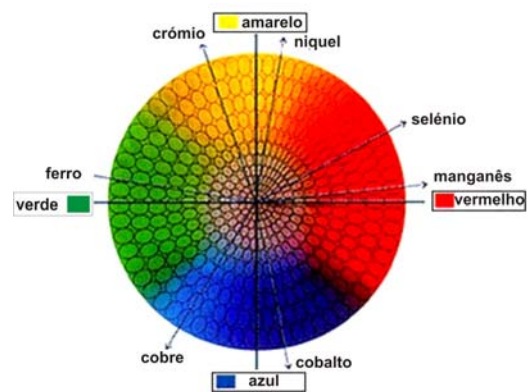


Gráfico 5 – Espectro cromático e os reagentes. Visto em <http://www.uv.es/~bertomeu/material/museo/colorim.html>

Em 1852, August Beer (1825-1863) indicou que esta lei era aplicável a soluções com concentração diversas e definiu o coeficiente de absorção (absorvância). Este consignou as bases da fórmula que é actualmente utilizada:

$$\ln(I/I_0) = - \kappa c l$$

- o I = Intensidade do feixe emergente
- o I<sub>0</sub> = Intensidade do feixe incidente;
- o  $\kappa$  = Coeficiente de absorção molecular, característica da substância absorvente para a luz de certa frequência;
- o c = concentração molecular da solução;
- o l = espessura da camada absorvente ou a distância percorrida pelo raio luminoso.



Fig. 72 – Espectrofotómetro. Produto BYK Gardner. Fonte: <http://www.saint-gobain-vidros.com.br>

Esta propriedade começou a ser utilizada com fins analíticos graças aos trabalhos de Bunsen, Roscoe e de Bahr. O colorímetro mais antigo é semelhante ao proposto em 1870 por Jules Duboscq (1817-1886), um fabricante de instrumentos ópticos de Paris.

Este tipo de instrumento foi substituído a partir dos anos 40 do século XX por espectrofotómetros (fig.72), que renovaram a popularidade desta técnica. Estes instrumentos empregam diversos métodos para a obtenção de luz monocromática ou, pelo menos, de um intervalo reduzido de comprimentos de onda, e a medida da absorção era efectuada através de células fotoeléctricas, as quais foram inicialmente utilizadas com tal fim desde o início do século por autores como Otto Berg e August H Pfund.

### 5.9.2. Agentes de coloração

Somente os produtos químicos puros são usados como agentes de coloração. As diferentes cores podem ser obtidas adicionando óxidos dos elementos chamados de transição (cobre, crómio, manganês, ferro, cobalto, vanádio e titânio) ou de lantanídeos (neodímio e praseodímio) e pontos de fusão baixos (Doremus, 1994: 313). As cores obtidas por estes iões metálicos são referidas na tabela 4. Os tons amarelos, alaranjados, e vermelhos intensos são produzidas pela precipitação dos colóides de metais tal como o selénio, o sulfureto de cádmio, e o selenete do cádmio, durante a fase de arrefecimento (Selby, 1997:206).

Elemento	ião	Cor no vidro
Cobre	$\text{Cu}^{2+}$	Azul luminoso
Crómio	$\text{Cr}^{3+}$	Verde; amarelo ( $\text{Cr}^{6+}$ )
Manganês	$\text{Mn}^{3+}$	Violeta
Ferro III	$\text{Fe}^{3+}$	Castanho-amarelado
Ferro II	$\text{Fe}^{2+}$	Verde-azulado
Cobalto	$\text{Co}^{2+}$	Azul-intenso; nos vidros de borato, cor-de-rosa;
Cobalto	$\text{Co}^{3+}$	Verde
Níquel	$\text{Ni}^{2+}$	Castanho-esverdeado; amarelo; verde; azul a violeta
Vanádio	$\text{V}^{3+}$	Verde no vidro de silicato; castanho no vidro de borato.
Titânio	$\text{Ti}^{3+}$	Violeta (em condições de fusão redutoras)
Neodímio	$\text{Nd}^{3+}$	Violeta-avermelhado

Praseodímio	Pr <sup>3+</sup>	Verde luminoso
-------------	------------------	----------------

Tabela 4 -Tabela de agentes de coloração. Fonte: (Doremus, 1994: 313)

Aquecimentos secundários são usados também para obter vidros de cor, sendo o vidro ouro-ruby, o mais conhecido (Pfaender, 1983: 28). Esta cor é obtida através da mistura no vidro de pequenas percentagens de ouro (0.01-0.02 wt%). Os iões de Au<sup>3+</sup> contidos no vidro são submetidos à temperatura de transição do vidro ( $T_g$ ) ocorrendo uma reacção de redução (Zarzycki, 1995: 338). O tratamento térmico produz aglomerações de átomos de ouro (Au), primeiro colóides e depois pequenos cristalitos (Zarzycki, 1995: 338).

As cores castanhas e cinzentas são obtidas com combinações dos óxidos de manganês, de ferro, de níquel, e de cobalto, que em concentrações elevadas podem também resultar no preto. Entre os 400 °C e os 600 °C, a superfície do vidro incolor pode também ser manchada de amarelo e castanho-avermelhado (Pfaender, 1983: 28). A mancha de prata é também resultante da precipitação dos cristais de prata (Ag) resultando em vidros transparentes com propriedades fotocromáticas (Zarzycki, 1995: 339).

### 5.9.3. Controle da cor no vidro branco

O vidro branco é considerado um material sem cor, mas na realidade todos os vidros "brancos" tem uma cor presente de graus variáveis. O grau de cor presente (pureza) depende da qualidade dos ingredientes que compõem a fórmula. Isto inclui as matérias-primas, caco, e num grau menor, as condições em que se funde o vidro.

Os agentes corantes mais comuns encontrados no vidro branco são o ferro (Fe<sup>2+</sup> e Fe<sup>3+</sup>) e o crómio e o efeito destes materiais na cor depende do estado de valência de cada um com o vidro fundido (Navarro, 1985: 488). Podemos ter um efeito diferente dependendo de se ter um meio oxidante ou redutor. Ser oxidante ou redutor depende dos ingredientes da mistura e também da atmosfera do forno em si mesmo (Navarro, 1985: 488). Este processo químico, oxidação/redução, é caracterizado pela transferência de um ou mais electrões de uma molécula, átomo ou ião para outra molécula, átomo ou ião.

A contaminação do caco de vidro, também tem um importante papel nas condições de oxidação/redução. Esta contaminação está geralmente na forma de materiais orgânicos como lixo, comida, plástico, papel, etc.

### **5.9.3.1. Descoloração do vidro branco**

A descoloração do vidro branco na realidade é um mascaramento das tonalidades esverdeadas dadas pelo ferro e pelo crómio. Na descoloração do vidro é comum a utilização de descolorantes físicos como os óxidos de níquel, cobalto, selénio e de lantanídeos (Navarro, 1985: 318). Estes descolorantes são introduzidos na composição dos vidros em percentagens muito pequenas na ordem de 0,0005 a 0,001% (Navarro, 1985: 319). O óxido de níquel é geralmente utilizado como descolorante de vidros com uma concentração baixa de ferro e em vidros potássicos e de chumbo (Navarro, 1985: 318). O óxido de cobalto é utilizado como descolorante juntamente com outros óxidos como o selénio, manganês, níquel e o cério, para corrigir as tonalidades rosa-amarelo que podem resultar do excesso destes (Navarro, 1985: 319). O óxido de cobalto é utilizado como descolorante único em alguns tipos de vidro opalino.

De todos os descolorantes o óxido de selénio é o mais largamente utilizado (Navarro, 1985: p.319) e o de maior dificuldade de aplicação. A sua grande utilização deve-se ao facto deste neutralizar a coloração sem diminuir a transmissão luminosa do vidro (Navarro, 1985: p.319). A sua dificuldade de aplicação radica nas diversas tonalidades que, como consequência dos seus diferentes estados de oxidação, e daí a dificuldade de controlar a descoloração ideal. A descoloração com o selénio está sujeita a demasiadas variáveis, que impedem que se possa dominar com precisão (Navarro, 1985: 320). No entanto a descoloração por selénio proporciona bons resultados tanto em vidros sodocálcicos como nos potassicocálcicos.

Actualmente são muito utilizados como descolorantes os lantanídeos. Como já foi mencionado anteriormente, o óxido de cério é utilizado como descolorante assim como o neodímio e o érbio. O neodímio é o mais utilizado e a sua principal vantagem consiste na

sua estabilidade química à atmosfera do forno e insensibilidade à composição dos vidros (Navarro, 1985: 321). Podendo assim, ser largamente utilizado em qualquer tipo de vidros.

#### **5.9.4. Opacificantes**

Segundo Selby (1997: 214) o efeito opacificante no vidro pode ser obtido através de uma mistura que contenha fluoreto, como o fluoreto de cálcio ( $\text{CaF}_2$ ) ou fluoreto de sódio ( $\text{NaF}$ ) ou com a adição de fluorides, partículas cristalinas que dão forma ao vidro. O uso de fluoretos, que parcialmente volatiliza para a atmosfera, já não se utiliza em cumprimento de leis de protecção do ambiente (Pfaender, 1983: 96).

Os vidros também podem ser opacificados por desvitrificação. Estes vidros chamados de alabastro, são opacos em resultado da formação de cristais na fase de arrefecimento do vidro que não contêm na sua composição qualquer tipo de agente de descoloração (Navarro, 1985: 549).

Tornar o vidro opaco através da adição de fosfatos é uma técnica muito antiga. No passado os vidreiros recorriam à adição de cinzas de ossos resultado da calcificação de restos de animais (Navarro, 1985: 550). A evolução deste processo levou a que hoje seja incorporado na composição do vidro preferencialmente fosfatos sintéticos como  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$  que se aproxima muito da composição das cinzas de ossos inicialmente empregues. Este processo não tem efeitos tóxicos para o ambiente (Navarro, 1985: 552).

Segundo Navarro (1985: 552) os vidros também podem ser opacificados por imiscibilidade das fases líquidas, como por exemplo, em composições com borato de chumbo, zinco e cádmio.

Os vidros também podem ser opacificados transformando a sua superfície transparente através do efeito da corrosão do ácido fluorídrico (Navarro, 1985: 553). Estas superfícies “mate” resultam da aplicação de uma solução de sulfatos alcalinos, geralmente  $\text{KHF}_2$ ,  $\text{NH}_4\text{HF}_2$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  em meio ácido, ou em misturas de fluoretos e ácido sulfúrico (Navarro, 1985: 553). Em ambos os casos o agente agressivo é o ácido fluorídrico, que reage com a sílica e os álcalis do vidro, formando minúsculos cristais de  $\text{NaF}$ ,  $\text{Ca}_2\text{F}$ ,  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$  e  $\text{CaSiF}_6$  (Navarro, 1985: 553). Estes depositam-se sobre a superfície do vidro e constituem irregularidades que dispersam a luz. A intensidade da corrosão depende da temperatura e do tempo de reacção (Navarro, 1985: 553).



Os vidros opacificados são muito usados na arquitetura, em painéis e divisórias, e particularmente na indústria da iluminação.

### **5.9.5. O efeito do ferro na cor do vidro**

O ferro é um agente muito útil e poderoso na coloração, mesmo que seja considerado uma impureza indesejável no fabrico do vidro (Navarro, 1985: 488). O ferro encontra-se no vidro no estado tri-valente ( $\text{Fe}^{3+}$ ), que é o mais oxidado e no estado bi-valente ( $\text{Fe}^{2+}$ ) que é mais reduzido (Navarro, 1985: 489). O ferro nas suas formas metálicas não estabelece equilíbrio com o vidro e pode ser rejeitado, porém as suas formas ferrosas e férricas são uma grande ajuda na produção do vidro colorido.

O ferro quando usado em seu estado mais elevado de oxidação pode em combinação com o óxido de bário ( $\text{BaO}$ ) resultar num tom azul-avermelhado no vidro. O efeito corante do  $\text{FeO}$  é 5 a 6 vezes maior que o  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Portanto é desejável manter o máximo de ferro no estado de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Este  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dá ao vidro uma cor ligeiramente amarelo-esverdeada e com o  $\text{FeO}$  obtêm-se um azul-esverdeado. O ferro na sua condição reduzida pode ser combinado com o crómio para produzir um vidro verde-escuro usado na produção de garrafas de vinho.

Em combinação com o enxofre (S), são formados sulfuretos de ferro resultando numa cor âmbar escura. Adicionando ao ferro e ao enxofre, pó de carbono (C) é possível mascarar a cor (Selby, 1997: 204). A máscara do âmbar só pode ser controlada dentro de certos limites variando a quantidade de carvão que é adicionado com relação à impureza já existente de ferro e de carbono nas matérias primas.

### **5.9.6. O vidro âmbar**

A maioria das garrafas de cerveja de vidro é facilmente reconhecível pela cor acastanhada. Esta cor nos vidros ocorre da combinação dos iões  $\text{Fe}^{3+}$  e  $\text{S}^{2-}$ , junto com os iões  $\text{Na}^+$  (Selby:1997: 204). Apesar da cor envolver iões oxidantes e redutores, o vidro âmbar é fortemente reduzido. Isto devido ao estado de valência do enxofre que muda mais facilmente que os iões de ferro ou sódio. Portanto, enquanto praticamente todo o enxofre se reduz, somente 85% do ferro é reduzido e todo o sódio permanece oxidado.

Segundo Selby (1997: 204) a cor âmbar é controlada mantendo o potencial de oxidação/redução, geralmente com uma fonte de carvão. Adicionando mais carvão reduz-se mais o enxofre a sulfureto ( $S^{2-}$ ) escurecendo a cor. Não obstante, deve existir suficiente  $Fe_2O_3$  presente para combinar-se com o  $S^{2-}$  para atingir a cor desejada. Isto é importante porque um nível baixo de enxofre dissolvido significa que o vidro estará menos propenso a produzir bolhas.

Ao agregar-se ao vidro âmbar um agente redutor forte, ou ainda uma grande quantidade de um agente redutor normal, pode-se clarear a cor em lugar de escurecê-la. Isto acontece porque após reduzir todo o enxofre, o agente começa a afectar o  $Fe_2O_3$ , reduzindo-o para  $FeO$ . Isto deixa  $Fe_2O_3$  em quantidade insuficiente para formar os centros de cor e como consequência a cor clareia. O vidro fica assim super reduzido. As tentativas para escurecer a cor com adições de carvão resultam em clareamentos da mesma. O passo apropriado é retirar carvão ou adicionar um agente oxidante, como sulfato de sódio.

Um vidro âmbar super reduzido tem frequentemente um alto nível de “sementes” e tem tendência a formar bolhas.

### 5.9.7. O efeito do crómio na cor do vidro

O crómio é um dos mais poderosos agentes de coloração usados na indústria do vidro. Adicionando o crómio ao vidro no seu estado de oxidação  $Cr^{3+}$ , como no  $Cr^{6+}$ , obtém-se um tom verde-esmeralda (Navarro, 1985: 486). A forma  $Cr^{3+}$  é a mais estável e aquela que predomina nos vidros em condições neutras ou moderadamente redutoras (Navarro, 1985: p.485). Com o crómio também se pode obter outras cores em combinação com outros óxidos resultando amarelo, rosa e preto (Navarro, 1985: p.486).

Este agente de coloração pode ser introduzido no vidro na forma de óxido de crómio ou dicromato de potássio ( $K_2Cr_2O_7$ ), sendo o último o mais conveniente. Este material é um agente muito poderoso de coloração e o uso excessivo produz um vidro preto. O cromato de potássio ( $K_2CrO_4$ ) é amarelo e esta cor pode ser adicionada a determinados vidros.

Cor	% Óxidos na composição			Efeito
	$Cr_2O_3$	CoO	NiO	

Verde Geórgia	0.018 %	0,002%		Verde mais intenso e ligeiramente azulada
Verde Champagne	0.20%	0.002 %	0.01%	Tonalidade acinzentada
Verde-esmeralda	0.125%			Cor verde

Tabela 5 - Percentagem de óxidos na composição dos vidros verdes.  
 Fonte: <http://www.abividro.org.br/index.php/100>, 13/11/2006

O óxido de crómio ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) é o agente corante primário para todos os vidros verdes (Navarro, 1985: 486). O crómio no estado reduzido dá uma tonalidade fortemente azul ao vidro (Navarro, 1985: 487), enquanto o crómio no estado oxidado dá uma cor mais amarelo-esverdeada. Tal como no ferro, o crómio é incorporado no vidro nas matérias-primas, no caco e em contaminações.

O vidro verde encontra-se numa grande parte da produção de embalagens contendo assim  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . A cor verde a obter depende da quantidade de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  e outros corantes específicos adicionados ao vidro. O vidro verde é formado praticamente no mesmo potencial de oxidação/redução que o vidro branco.

### 5.9.8. O efeito do cobre na cor do vidro

O cobre é também um agente de coloração poderoso e versátil e muito usado desde a antiguidade. Segundo Navarro (1985: 492) o vidro egípcio de cor azul foi feito usando um composto de cobre e era muito popular durante a época do império romano. O cobre foi usado mais profusamente para produzir o vidro verde. Actualmente o cobre está sendo usado para produzir tons de azul de turquesa (Navarro, 1985: 492). A cor azul resulta do estado iónico do  $\text{Cu}^{2+}$  em vidros de silicato e especialmente em vidros de borato (Navarro, 1985: 493). A incorporação do  $\text{PbO}$  no vidro permite um alargamento da banda de absorção resultando numa coloração verde. Para Navarro (1985: 493) os vidros que contêm cobre são mais sensíveis às variações e às condições de oxidação/redução. Em atmosfera redutora os iões  $\text{Cu}^{2+}$  passam à sua forma  $\text{Cu}^+$ . Contrariamente ao que sucede em outros pares redox, a proporção de iões de cobre aumenta a alcalinidade do vidro (Navarro, 1985: 493). Os vidros turquesa de cobre possuem uma elevada transparência ao azul e ao verde e

absorvem completamente a cor vermelha. São fabricados com adições de óxido de crômio para sinais luminosos.

#### **5.9.9. O efeito do manganês na cor do vidro**

Alguns compostos mais antigos usados para colorir o vidro contêm manganês. A evidência é encontrada no vidro roxo egípcio. O incorporação do manganês no vidro na forma de  $Mn^{2+}$  e  $Mn^{3+}$ , cujas concentrações relativas se estabelecem em função das condições de oxidação/redução (Navarro, 1985: 487). O manganês no seu estado de menor oxidação ( $Mn^{2+}$ ) é incolor, mas é um agente de oxidação poderoso e pode ser usado com a finalidade de descolorir e oxidar o ferro. O manganês é usado principalmente na produção do vidro roxo que se assemelha à cor dos cristais do permanganato de potássio ( $KMnO_4$ ). A cor roxa é obtida pelo manganês trivalente entretanto no seu estado bivalente resulta apenas numa cor amarela ou castanha clara que é responsável pelo verde e laranja fluorescente do vidro do manganês.

#### **5.9.10. O efeito do níquel na cor do vidro**

O níquel é encontrado nos vidros na sua forma divalente  $Ni^{2+}$  (Navarro, 1985: 491). Os íons de  $Ni^{2+}$  são muito estáveis no vidro e não se alteram nas mudanças das condições de oxidação-redução (Navarro, 1985: 492). A adição de níquel em vidros silicatados resulta em cores que variam entre o azul e o roxo. Os vidros borossilicato também apresentam bandas de absorção muito idênticas e a combinação das cores produzidas permitem variar a tonalidade entre o castanho e o cinzento. Segundo Navarro (1985: 492) o emprego de compostos de níquel na coloração de vidros industriais foi abandonado por causa da tendência para a formação de cristais de sulfato de níquel que podem provocar rupturas espontâneas.

#### **5.9.11. O efeito do ouro e da prata na cor do vidro**

Os metais nobres são muito insolúveis no vidro fundido (Navarro, 1985: 499). A sua dissolução só é possível mediante um determinado potencial de oxidação que deverá ser maior conforme a nobreza do metal (Navarro, 1985: 499).

O ouro (Au) pode ser limitado no seu uso pelo factor custo e pela dificuldade em controlar as condições necessárias para produzir a cor desejada. O ouro coloidal dá ao vidro a “cor ruby” que é produzida no cristal de chumbo onde o estanho (Sn) está presente (Navarro, 1985: 499). Um ouro “ruby” menos escuro tornou-se conhecido em Inglaterra como “cranberry”, que tem as mesmas propriedades básicas do seu parente “ruby”.

O cobre é uma alternativa ao ouro para produzir o “vidro ruby”. Segundo Navarro (1985: 501), deve-se admitir que a atribuição da coloração ruby é resultado da dispersão do óxido de cobre em estado coloidal, cuja formação pode explicar-se através do equilíbrio entre os estados de oxidação  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^+$  e  $\text{Cu}^0$ , que das adequadas proporções depende o desenvolvimento da cor ruby. Este equilíbrio depende também da pressão parcial do oxigénio, da temperatura e da composição do vidro (Navarro, 1985: 501).

A prata é a menos usada ( $\text{Ag}^+$ ). O uso da prata para colorir o vidro não foi explorado tão extensamente como outros metais e óxidos, embora produza uma variedade de cores do castanho ao amarelo. Entretanto, a prata é usada principalmente para finalidades decorativas no vidro. A prata é utilizada para coloração superficial, amplamente difundida através dos séculos nos vitrais das catedrais medievais (Navarro, 1985: 509). A coloração superficial baseia-se, segundo Navarro (1985: 509), na penetração por difusão de iões de metais corantes através da superfície do vidro por um mecanismo de intercâmbio com os iões alcalinos do vidro. Esta troca é favorecida pelas cargas e tamanhos próximos dos iões  $\text{Ag}^+$  e  $\text{Na}^+$ . O processo é feito através da aplicação de uma pasta preparada com um material inerte, geralmente argila, misturado com óleo de terebintina, ao qual se adiciona um composto de prata numa composição que pode variar entre os 5% e os 20 %. As peças são submetidas a uma temperatura inferior à da deformação do vidro (Navarro, 1985: 510).

Este procedimento é muito utilizado como técnica decorativa, permitindo obter desenhos nas peças e alternar zonas coloridas com zonas incolores. Também é utilizada para marcar inscrições e traços de graduação em vidros técnicos ou na aplicação de finas películas reflectivas para o uso em vidros de direcção única para ser transparente num dos lados e no outro não (Navarro, 1985: 510).

### 5.9.11.1. O vidro ruby

O vidro ruby ocupa um lugar de destaque nos vidros coloridos. A sua coloração vermelha é resultado da incorporação no vidro de uma variedade de agentes de coloração que permitem obter matizes diferentes. Segundo Navarro (1985: 498), os vidros ruby de ouro, de cobre e de fósforo devem a sua cor à formação de partículas coloidais, cujo diâmetro, nos três casos, varia em torno de 0,020 a 0,050  $\mu\text{m}$ . Estes vidros são caracterizados por agregados de natureza coloidal ou microcristalina, formados por agrupamentos de átomos, metálicos ou não, em estado elementar, ou por agrupamentos moleculares, geralmente de compostos calcogêneos (Navarro, 1985: 497).

A sua cor típica é adquirida quando o vidro é novamente reaquecido para posteriormente ser arrefecido dentro de um intervalo determinado de temperatura em que os átomos ou iões ganham mobilidade suficiente para formar agregados cromóforos (Navarro, 1985: 497).

## 6. O vidro – um produto tecnológico

A história do vidro é caracterizada pelo esforço individual no desenvolvimento e aperfeiçoamento dos produtos e processos de fabrico (Pfaender, 1983: 10). Antes do século XX, a maioria dos avanços eram feitos empiricamente, guiando a experimentação na base do “senso comum” (Doremus, 1994: 3). A indústria do vidro registou no final do século XIX, um desenvolvimento excepcional, com o aperfeiçoamento do vidro óptico, a fabricação de bolbos para as lâmpadas eléctricas<sup>40</sup> de Thomas Edison e a construção da máquina Owens para fabrico automático de garrafas. Progredindo, ainda mais, entrou no século XX com o desenvolvimento de diversos processos de fabricação, como o Foucault, Libbey-Owens, Danner<sup>41</sup>, Pittsburgh e Float (Pfaender, 1983: pp.50,54). O desenvolvimento de novas propriedades e qualidades do vidro resultaram em produtos como os vidros de segurança e anti-reflexo, o *Pyrex*, a fibra de vidro, o vidro de 96% de sílica, *ribon machine*, *pyroceram* (Pfaender, 1983: 54) ou a utilização do vidro na transmissão audio-vídeo através do raio laser (Pfaender, 1983: pp.140-143).



Fig. 73 - Braço robótico retira da arca de recozimento um vidro para ecrã de televisão. Fonte: <http://www.sciencephoto.com>

<sup>40</sup> Visto em [http://en.wikipedia.org/wiki/Incandescent\\_light\\_bulb#History\\_of\\_the\\_light\\_bulb](http://en.wikipedia.org/wiki/Incandescent_light_bulb#History_of_the_light_bulb), 10/10/2006.

<sup>41</sup> Visto em

[http://www.britglass.org.uk/Files/form5Tubing\\_Prodn.pdf#search=%22%20Danner%20and%20glass%22](http://www.britglass.org.uk/Files/form5Tubing_Prodn.pdf#search=%22%20Danner%20and%20glass%22), 10/10/2006

## 6.1. Processo de fabricação do vidro

O processo de fabricação do vidro começa quando as matérias-primas são recebidas e armazenadas em grandes silos. O material é então pesado numa balança e transferido para um misturador automático dos componentes para assegurar uma fusão homogênea. Essa mistura é levada ao forno onde é fundida a uma temperatura de 1500 °C, transformando-se em vidro. Os fornos são constituídos por três partes: a fusão, a refinação e os regeneradores. A mistura é enforada na mesma velocidade em que o vidro é moldado nas máquinas de fabricação de modo que a quantidade de vidro no forno se mantenha sempre constante.

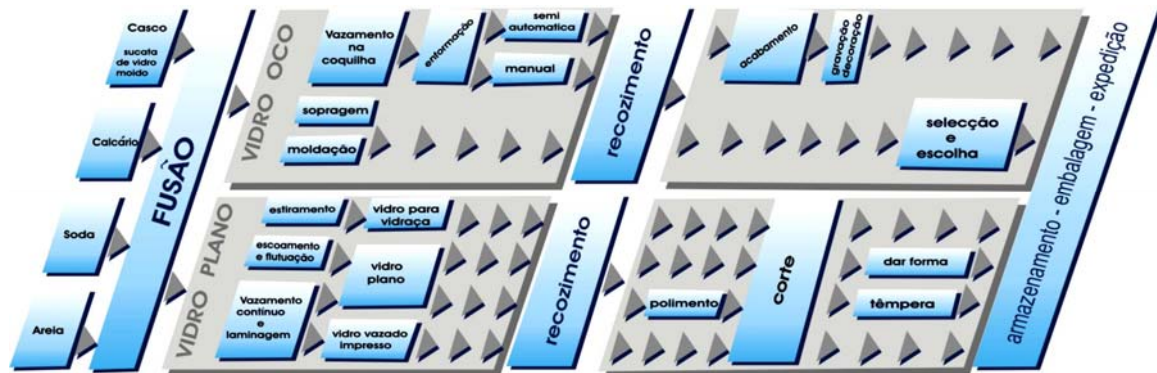


Gráfico 6 – Sequência dos processos de fabricação de vidro plano e vidro oco

Fonte: Moderna Enciclopédia Universal (1988).

Independentemente das características específicas determinadas pelos diferentes componentes do vidro, podem surgir diversos processos de fabricação industrial do vidro integrando a soflagem, a laminação e a prensagem.

Vejam alguns processos de fabricação de objectos de vidro:

- *Vidro fundido* - Fabrica-se a partir de uma massa no estado líquido, que é vertida em moldes aquecidos e que ao solidificar por arrefecimento adquire uma forma.
- *Vidro laminado* - Obtém-se pela passagem da massa fundida em estado pastoso entre dois cilindros laminadores, que a transformam numa prancha lisa ou com desenhos em relevo, conforme os cilindros utilizados sejam lisos ou gravados.



- *Vidro prensado* - Prepara-se mediante a estampagem que submete a massa no estado pastoso a fortes pressões que lhe dá assim a forma desejada e lhe confere uma extrema dureza.

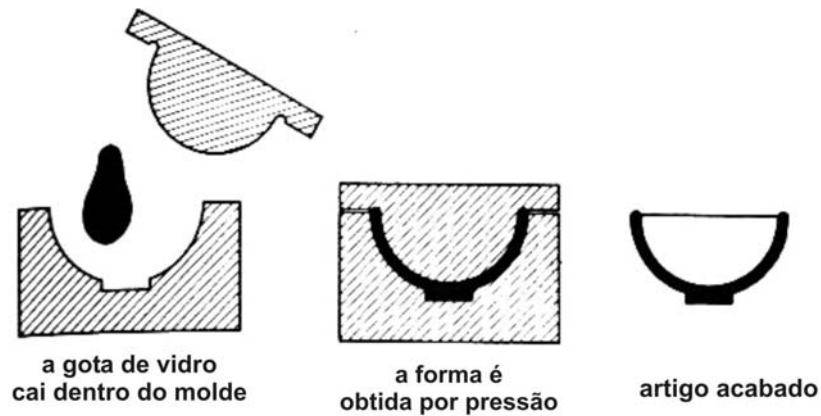


Fig. 74 – Processo de moldagem de pressão. Fonte: (Holloway, 1973: xi)

- *Vidro soprado*: Obtém-se a partir de uma pequena quantidade de massa vítrea pastosa que é soprada até formar uma bolha, a qual aumenta de volume e se distende para se conseguir a forma desejada, manualmente ou por acção mecânica. A formação da embalagem de vidro tanto no molde quanto na forma são feitas com ar comprimido e normalmente utilizados para garrafas de boca estreita.

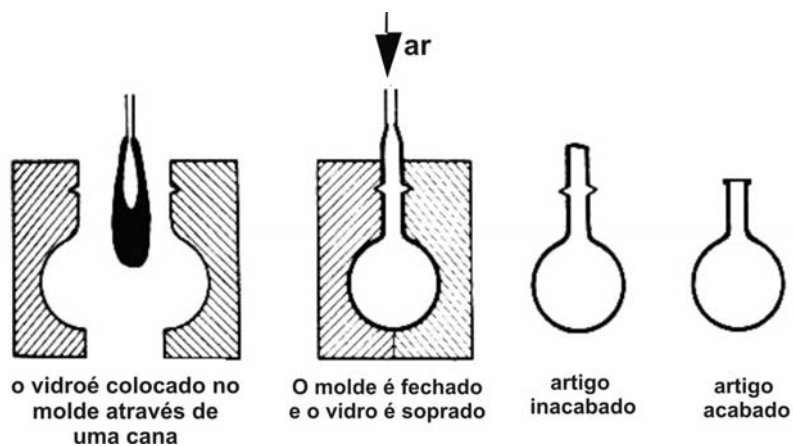


Fig. 75 – Processo de soflagem com o auxílio de um molde. Fonte: (Holloway, 1973: xi)

- *Vidro prensado e soprado*: a formação no molde é feita através da compressão de vidro com auxílio de um punção (equipamento) e não com ar comprimido. Normalmente utilizado para embalagens de boca larga como frascos para conservas.



Fig.76 – processo de fabricação do vidro por prensagem e soflagem. Fonte: (Holloway, 1973: xi)

## 6.2. Tipos de vidro – Quanto à sua composição.

### 6.2.1. O vidro de calcário

É formado sobretudo por 71% a 75% de óxido de sílica ( $\text{SiO}_2$ ) à qual se adiciona em menores quantidades 12% a 16% de sulfato de sódio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) e de 10% a 15% de óxido de cálcio ( $\text{CaO}$ ) (Pfaender, 1983: 22). Nesta composição, o sódio age como fundente e o cálcio fornece a estabilidade química que evita que o vidro seja solúvel na água (Pfaender, 1983: 22).

O vidro de calcário é utilizado para o fabricar vidro plano para janelas, louças, mesas e outros artigos. Mostra um coeficiente de expansão ou dilatação térmica próximo de  $5 \times 10^{-6}/\text{K}$  (Zerwick, 1980: 228). Actualmente a sua elaboração tem melhorado consideravelmente, dado que se lhe for acrescentada uma maior quantidade de sílica, mostra uma resistência superior ao choque térmico. Tem como características:

- Choque térmico: Quando sujeito a aquecimento corre o risco de quebrar, mesmo não sofrendo um choque térmico.
- Resistência ao choque mecânico: Não resiste à queda ou à batida.

- Resistência química: Resiste bem aos produtos alcalinos, e não aos ácidos.

### 6.2.2. O vidro borossilicato

Os vidros designados de borossilicato, apresentam borato na sua composição, que substitui o carbonato de sódio no vidro de calcário. A sua composição tem 70%-80% de  $\text{SiO}_2$ , 7%-13% de  $\text{B}_2\text{O}_3$ , 4%-8% de  $\text{Na}_2\text{O}$  e  $\text{K}_2\text{O}$  e 2%-7% de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (Pfaender, 1983: 22).

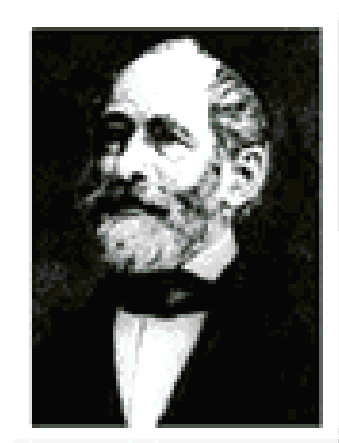
A resistência à corrosão química dos vidros borossilicato às soluções alcalinas é baixa e alta à água e aos ácidos, razão pela qual são muito utilizados na indústria farmacêutica e nos laboratórios de química (Pfaender, 1983: 23). A sua característica predominantemente refractária, isto é, resistência ao choque térmico, superior ao vidro alcalino, permite um arrefecimento brusco a uma temperatura de  $150^\circ\text{C}$ . Os candeeiros da rua e as travessas de vidro de ir ao forno (Pfaender, 1983: 23), são bons exemplos.

O vidro borossilicato foi inicialmente comercializado, em 1893, com a designação “Duran”, fruto do trabalho de investigação de Friedrich Otto Schott<sup>42</sup> (fig.77) um químico alemão.

Em 1876, Schott, constituiu com dois compatriotas, o mecânico de precisão Carl Zeiss (fig.77) e o físico Ernst Abbe<sup>43</sup> (fig.78) uma sociedade designada por



Fig 77 - Friedrich Otto Schott (1852-1935) em cima. Carl Zeiss (1816-1888) em baixo. Fonte: (Pfaender, 1983: 11)



<sup>42</sup> Visto em <http://en.wikipedia.org>, 9/10/2006.

<sup>43</sup> Visto em [http://en.wikipedia.org/wiki/Ernst\\_Abbe](http://en.wikipedia.org/wiki/Ernst_Abbe), 10/10/2006.

*Glastechnisches Laboratorium Schott & Gen*<sup>44</sup>, que viria mais a tarde a se chamar *Jenaer Glasswerk Schott & Gen* (Pfaender, 1983: 12).

O vidro borossilicato apresentado por estes investigadores foi aperfeiçoado inicialmente nos Estados Unidos, pela empresa *Corning Glass Works*<sup>45</sup> que foi forçada a parar os seus trabalhos aquando da Primeira Guerra Mundial. Contudo, em 1915, a empresa Corning já tinha começado a comercializar o seu vidro em utensílios de cozinha designados de “Pyrex”. Corning demonstrou que o vidro era bom para utensílios de cozinha, dado que absorvia o calor, enquanto muitos dos metais reflectia-o.

Também adquiriu na maioria dos países as patentes para o fabrico do vidro Pyrex, começando a produção em 1922 em França e Inglaterra.

Diante dos protestos da empresa alemã de *Jenaer*, chegou a um acordo de separação do mercado, em 1926, no qual estipulou que a Alemanha, a Áustria e os países escandinavos do Leste, são reservados como mercado para o vidro produzido pela *Jenaer Glasswerk Schott & Gen*. Actualmente, o vidro borossilicato continua a ser utilizado como material de laboratório e no fabrico de utensílios de cozinha resistentes ao calor, com marcas devidamente aprovadas como: Pyrex, Visions e Corning.

#### 6.2.2.1. Um espelho de Pyrex

Um espelho de Pyrex foi criado entre 1934 e 1936 para equipar o Observatório de Palomar<sup>46</sup> a norte de San Diego nos Estados Unidos. A dificuldade de produzir espelhos de



Fig. 78 – Ernst Abbe (1840-1905).  
Fonte: (Pfaender,1983: 11)

<sup>44</sup> Cramer, Michael. *Jenaer Glas: A Story Made of Glass*, Tea Muse, Agosto, 2003, em [http://www.teamuse.com/article\\_030801.html](http://www.teamuse.com/article_030801.html), visto em 10/10/2006.

<sup>45</sup> Visto em [http://www.corning.com/discovery\\_center/index.aspx](http://www.corning.com/discovery_center/index.aspx), 10/10/2006

<sup>46</sup> Visto em <http://www.astro.caltech.edu/palomar/history>, 9/10/2006

grandes dimensões reside no facto do vidro fundir a temperaturas muito altas e da impossibilidade de moldar o vidro sem baixar a temperatura. Após ter-se gasto um milhão de dólares, a Corning, fez uma proposta para construir o espelho com cerca de 5 metros de diâmetro (fig.79) com uma nova mistura de vidro a que chamaram Pyrex.

Este tipo de vidro tem um coeficiente de expansão inferior ao vidro comum, condição ideal para diminuir os problemas de focagem e de distorção que flagelaram o telescópio anterior com 2,5 metros.

O espelho foi moldado à segunda tentativa com a pureza necessárias e um longo processo de polimento. Para fazer este espelho, foram polidas perto de 4,5 toneladas de vidro (fig.80) e removidos cerca de 5 cm da camada superior que contém "o tecido cicatriz"<sup>47</sup> resultante da carcaça do processo do recozimento.

### 6.2.3. O cristal de chumbo

O seu inventor do cristal de chumbo foi o inglês George Ravenscroft <sup>48</sup> (1618 - 1681), que no século XVII se deu conta que acrescentando óxido de chumbo à fórmula tradicional do vidro, obtinha um material incolor e transparente.

Esse vidro ao qual se designa de cristal de chumbo (flint glass) apresenta uma grande transparência e sonoridade, qualidades às quais se acrescenta o seu aspecto muito semelhante ao do cristal de quartzo.



Fig. 79 – Duas pessoas em cima da superfície do espelho.

Fonte: <http://www.astro.caltech.edu/>



Fig. 80 - Entre 1936 e 1947, o espelho em "pyrex" foi polido e lustrado.

Fonte: <http://www.astro.caltech.edu>

<sup>47</sup> Visto em <http://www.astro.caltech.edu/palomar/history>, 9/10/2006

<sup>48</sup> Visto em <http://www.britannica.com/eb/article-9062800/George-Ravenscroft>, 9/10/2006.

O cristal de chumbo é vulgarmente conhecido por vidro “cristal” apresentando como características: o peso, o brilho e a sonoridade (Navarro, 1985: 142). É obtido através do enriquecimento da massa vítrea com sais metálicos, geralmente óxido de chumbo ( $Pb_3O_4$ ), e apresenta grande transparência e densidade (Navarro, 1985: 142). Apesar do nome, o material utilizado nas peças de cristal é amorfo (Zarzycki, 1982, 220), sem estrutura cristalina, não sendo pois um verdadeiro cristal na acepção técnica do termo. A grande transparência e brilho, resulta da pureza da massa vítrea utilizada e do seu alto índice refractivo (o que provoca a iridescência e o faiscar típico da cristalaria). Também a elevada densidade, dada pelo óxido de chumbo, associada à dureza e rigidez do vidro utilizado, provoca a sonoridade típica dos cristais. O vidro de cristal de chumbo é distinguido pela sua composição química nas seguintes percentagens: 60%-71% de  $SiO_2$ , 7%-30% de  $PbO$ , 4%-10.5% de  $Na_2O$  ou  $K_2O$  e uma variedade de outros óxidos. São três as categorias do cristal de chumbo.

- Cristal superior (rico e pesado), com 30% de  $PbO$  ;
- Cristal de chumbo, com 24% de  $PbO$ ;
- Semi cristal, com 7% de  $PbO$ .

A produção do cristal de chumbo é condicionada por normas de protecção ambiental e condições de trabalho. O cristal de chumbo tem vindo a ser substituído na produção contínua por um tipo de vidro designado por “Sonoro”. Neste tipo de vidro o óxido de chumbo ( $PbO$ ) é substituído por 5% de  $BaO$  e 5.5% de  $K_2O$  (Scaglioni, 1988: 185). Além disso, o menor custo do vidro “sonoro”, torna-o um produto mais adequado à produção em série (Scaglioni, 1988: 182).

As restrições ao uso do cristal de chumbo levam a uma maior utilização do vidro alcalino de boa qualidade, principalmente na linha de copos, taças, jarras, saladeiras e garrafas. Este vidro é obtido através da substituição do óxido de chumbo pelo óxido de cálcio, e obtém-se através de temperaturas mais baixas, permitindo uma economia considerável de energia (Scaglioni, 1988: 195).

A associação da transparência ao poder de refacção e dispersão do cristal de chumbo constituem propriedades ópticas para a utilização em binóculos, telescópios, microscópios, câmaras fotográficas e outros instrumentos.

O óxido de chumbo proporciona também um alargamento do período de laboração do vidro permitindo um longo processo de manuseamento. As qualidades de transparência

e brilho são largamente exploradas na criação de objectos decorativos através da técnica do sopro, resultando em obras de grande qualidade estética que atingem elevados preços.

#### **6.2.4. Tipos e formas comerciais do vidro**

Os vidros apresentam-se de múltiplas formas comerciais. Além da chapa normal de vidro, existem várias outras formas comerciais e especiais e de ampla aplicação na construção e na decoração. Os vidros também se apresentam moldados, normalmente de grande espessura, e utilizados na indústria de embalagens ou na construção civil sob a forma de ladrilhos, tijolos e telhas. Para além disso, podem estar-lhe associadas propriedades especiais como anti-solares, temperados e de segurança, caracterizados por serem submetidos a determinados tratamentos, e em formas específicas como é o caso da fibra de vidro.

##### **6.2.4.1.O vidro plano e o vidro laminado**

A tentativa de fabricar o vidro plano remonta ao Império Romano. Moldes para janelas de vidro, com qualidades ópticas pobres, surgiram nos edifícios mais importantes de Roma e nas vilas mais luxuosas de Herculano e de Pompeia<sup>49</sup>. O desenvolvimento da técnica da soflagem, no século I, veio permitir a criação do vidro plano pelos processos da “coroa” e do “cilindro”.

---

<sup>49</sup> Visto em [http://www.glassagents.com/html/history\\_of\\_glass.html](http://www.glassagents.com/html/history_of_glass.html), 12/10/2006.

O processo da “coroa”<sup>50</sup> ou “prato” (Melo, 1970:72) resulta da abertura da extremidade de um globo de vidro oco que é posteriormente rodado e estirado pela acção da força centrífuga até se tornar num disco. Este é depois polido e cortado em pedaços. Alguns vidros fabricados por este processo (fig.81) têm visível uma coroa no centro, denominada de “olho-de-boi”<sup>51</sup>, resultado da afixação do pontil.



Fig. 81 – Fabricação de vidro pelo método da coroa.  
Fonte: <http://www.maryevans.com>

O vidro produzido por este método apresentava qualidade superior ao método do cilindro, por ser mais fino, superfície mais plana e não exigia polimento.

A maior parte do vidro produzido, na Idade Média, destinava-se às grandes catedrais, mas, com o tempo, as vidraças passaram a ser utilizadas também nos grandes castelos seguindo-se as casa menos faustosas, até se generalizarem.

Outra técnica resultante da soflagem, consiste em produzir o vidro plano através do método do cilindro ou “manga” (Melo, 1970: 72). O vidreiro sopra uma pequena quantidade de vidro fundido, formando uma esfera oca. A seguir, submete-a a um movimento pendular (fig.82), transformando num cilindro, que posteriormente é rachado (cortado) (Melo, 1970:156).

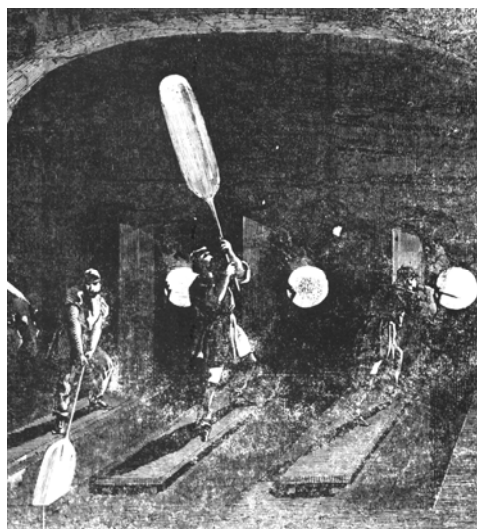


Fig. 82 – Fabricação de vidro pelo método do cilindro.  
Fonte: <http://www.maryevans.com>

<sup>50</sup> Visto em <http://www.londoncrownnglass.co.uk/History.html>, 10/10/2006.

<sup>51</sup> Visto em <http://www.brainydictionary.com/words/bu/bullseye139588.html>, 10/10/2006.



O vidreiro efectua um movimento preciso com a ajuda de um ferro quente, “ferro de rachar”, ao longo da manga do cilindro (Melo, 1970: 156) que depois é estendido sobre uma mesa metálica, “marma”<sup>52</sup> (Melo, 1970: 77) ou “bloco”.

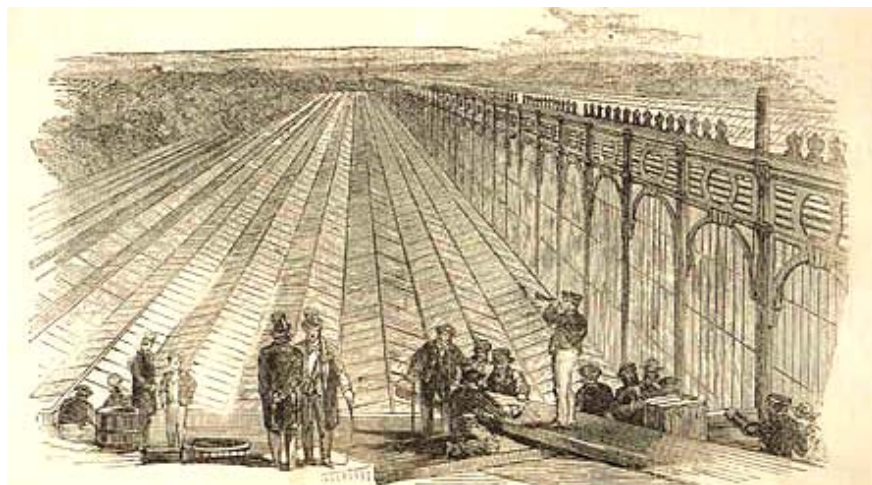
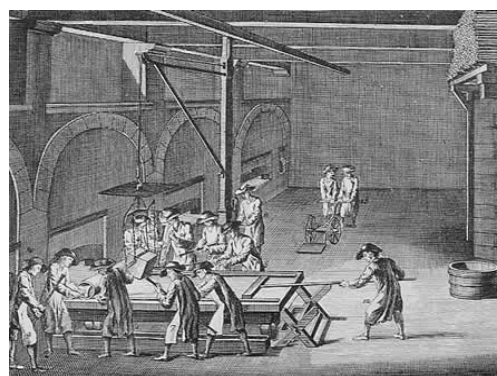


Fig. 83 – Gravura que representa a cobertura de vidro do Palácio de Cristal, Londres, 1851. Fonte: <http://www.maryevans.com/cgi-bin/dwsrun?SHOW>

O tamanho máximo dos vidros obtidos estava condicionado ao comprimento dos cilindros fabricados (1,2 m). Este novo processo foi introduzido em Inglaterra, em 1832, substituindo a técnica da coroa e utilizado na fabricação dos vidros do Palácio de Cristal, em Londres, em 1850 (fig.83)

Em 1687, o francês Bernard Perrot (1619-1709), de Orléans, comunicou à Academia Francesa das Ciências, um novo método de fabrico do vidro plano desenvolvido por Louis Lucas de Nehou<sup>53</sup> que viria mais tarde a patentear.



Este novo método consiste em derramar vidro derretido sobre uma mesa de ferro de grandes dimensões e estendê-

<sup>52</sup> Tradução dada pelos operários portugueses à palavra francesa *marbre*.

<sup>53</sup> Visto em [www.mairie-tourlaville.fr/.../tourisme\\_et\\_patrimoine/dossiers\\_en\\_consultation/fichiers/la\\_manufacture.pdf](http://www.mairie-tourlaville.fr/.../tourisme_et_patrimoine/dossiers_en_consultation/fichiers/la_manufacture.pdf), 9/10/2006.

lo (fig.84) com a ajuda de um grande rolo de metal.

Fig 84 – Fabricação do vidro em folha pelo método do derramamento do vidro. 1760. Fonte: <http://www.maryevans.com>

É posteriormente recozido seguindo-se um cuidadoso processo de desgaste e polimento a frio para eliminar as rugosidades, produzindo uma placa quase sem distorções. Este vidro pode ser usado no fabrico de espelhos e vidraças de alta qualidade.

Uma das grandes vantagens é a possibilidade de fabricar placas maiores (4 m por 2m) que as obtidas pelos métodos anteriores. Este processo foi aperfeiçoado com a introdução do “vidro recozido” nas “arcas de tempêro” (Melo, 1970: 56), técnica que permite resfriar lentamente a chapa, que é posteriormente cortada com diamante, estirada e reaquelada para eliminar as imperfeições.

A partir de França, este método expandiu-se para Inglaterra, Bélgica e Alemanha, atingindo os Estados Unidos no fim do século XIX. Apesar disso, os vidros de janela continuaram a ser feitos, durante o século XIX, pelo processo do cilindro, aperfeiçoado com o uso de máquinas equipadas com pesos oscilantes e dispositivos a ar comprimido.

A inovação ocorrida, em 1860, com a utilização da fornalha regenerativa a gás de Wilhelm Siemens (Pfaender, 1983: 36) permitiu uma maior economia no combustível.

Em 1870, a introdução do forno refrigerador *Beivez 13hr*<sup>54</sup>, permitiu reduzir o tempo de recozimento de oito horas a trinta minutos.

Em 1873, a substituição das fornalhas tradicionais pelas fornalhas *Siemens*, permitiu a fusão do vidro num processo contínuo (Pfaender, 1983: 36). Ao mesmo tempo, Pilkington introduziu fornalhas com tanque que permitiu a grande produção contínua de vidro plano através do processo de laminação a partir do tanque (Zarzycki, 1991: p.441).

A laminação do vidro plano e impresso, consiste em fazer passar o vidro

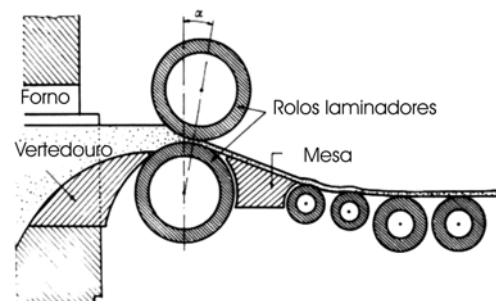


Fig.85 – Processo de laminação com rolos a partir do tanque. Fonte: (Zarzycki, 1991: 442)

<sup>54</sup> Visto em [http://www.glasslinks.com/newsinfo/pilk\\_history.htm](http://www.glasslinks.com/newsinfo/pilk_history.htm), 12/10/2006.

fundido por cima de um vertedouro (fig.85), para se formar uma lâmina plana de determinada largura, que depois passa entre dois rolos laminadores. Esses rolos podem ser lisos ou possuir gravação o que permite obter as texturas numa ou nas duas faces da chapa de vidro. O acréscimo de outros materiais e diferentes técnicas de produção permite criar tipos específicos de vidro com características diferenciadas, adequadas a cada necessidade de aplicação.

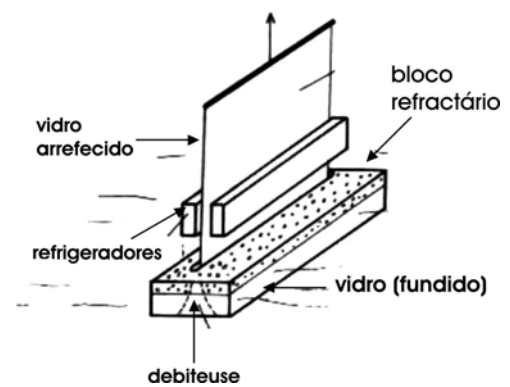


Fig 86 - Processo Fourcault. Laminação a partir do tanque.  
Fonte: (Zarzycki, 1991: 443)

Assim, pela adição de produtos e variação nos processos de produção, determina-se a forma, espessura, cor, transparência, resistência mecânica entre muitas outras características passíveis de adequação do vidro, o que o torna um dos mais versáteis materiais do mundo em todos os tempos.

Em 1905, um belga de nome Fourcauld (Zarzycki, 1991: 442) desenvolveu um processo de produzir vidro plano extraindo-o, através de uma máquina, directamente a partir do tanque de fundição (Pfaender, 1983: 50). Este método consiste em mergulhar no tanque de fundição, um bloco feito de material refractário, o “debiteuse” (Pfaender, 1983: p.51) ou “debi”<sup>55</sup>.

O vidro é elevado através do entalhe do bloco que o faz passar pelos refrigeradores (fig.86). De seguida o vidro é agarrado pelo ferro “bait”<sup>56</sup> que faz um movimento de tracção lenta por entre rolos. O vidro é elevado na vertical e arrefece rapidamente (fig.87), recoze e é quebrado no alto da máquina por cortadores automáticos.

As máquinas de extracção podem ser de vários tamanhos e de larguras diferentes. As espessuras vão de 1 milímetro a 6 milímetros e podem ser obtidas variando a velocidade de extracção: mais lenta a tracção, mais grosso é o vidro. Este sistema foi usado na produção de vidro comercial pela primeira vez em 1914.

No final da Primeira Guerra Mundial, o belga Emil Bicheroux<sup>57</sup>, desenvolveu um processo em que o vidro derretido é derramado directamente de um tanque através de dois

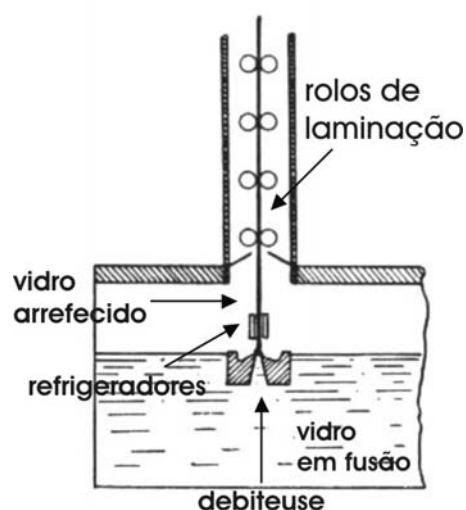


Fig 87 – Máquina de elevação e laminação do vidro. Processo Fourcauld. Fonte: (Zarzycki, 1991: 444)

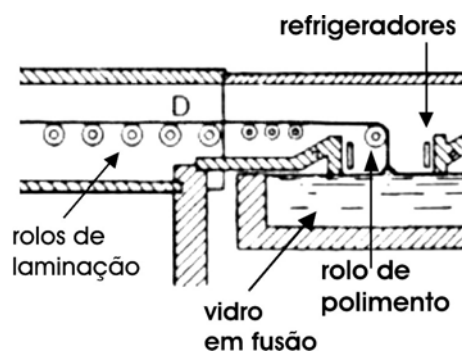


Fig 88 – Máquina de elevação e laminação Libbey-Owens. Fonte: (Zarzycki, 1991: 444)

<sup>55</sup> Visto em <http://www.glassonline.com/infoserv/dictionary/192.html>, 12/10/2006.

<sup>56</sup> Idem

<sup>57</sup> Idem

rolos. Como no método de Fourcault, isto resultou num vidro com uma espessura mais uniforme, e tornou o acabamento, de polir e lustrar, mais fácil e económico.

Um ramo da evolução na produção do vidro liso é o endurecimento por meio da laminação (que introduz uma camada de material celulósido entre duas folhas de vidro).

O processo foi inventado e desenvolvido pelo cientista francês Edouard Benedictus<sup>58</sup>, que patenteou o seu vidro de segurança sob a designação “Triplex”, em 1910.

Nos Estados Unidos, o inventor Irving Wightman Colburn<sup>59</sup> (1861-1917), desenvolveu um outro método para extrair o vidro em folha.

O processo foi posteriormente melhorado pela empresa americana Libbey-Owens e usado pela primeira vez na produção comercial em 1917.

Este processo não recorre à “debiteuse”, mas sim a um rolo de polimento em alumínio de cromo-níquel (fig.88) para elevar o vidro e conduzi-lo através de rolos de laminação (Zarzycki, 1991: 443).

Em 1928, a empresa *Pittsburgh Plate Glass Company*, desenvolveu o “método Pennvernon”<sup>60</sup>, combinando e realçando as características principais dos processos de Fourcault e de Libbey-Owens. A máquina de extracção Pennvernon (fig.89) é uma linha de produção numa unidade. Um jogo de rolos de precisão suporta o vidro verticalmente e extrai-o para cima processando a película de vidro que é introduzida por um “bait”. O bait é recolhido, e os rolos mantêm o vidro ascendente para ser cortado sob medida.

Após a Segunda Guerra Mundial, a empresa inglesa *Pilkington Brothers Ltd Ltd*. (Pfaender, 1983: 54), introduziu em 1959, o processo “float” (fig.90) combinando o



Fig 89 – Processo Pennvernon de fabricação do vidro plano.  
Fonte: <http://www.glasslinks.com/trivia/pennvernon.htm>

<sup>58</sup> Visto em <http://www.glassonline.com/infoserv/dictionary/192.html>, 12/10/2006.

<sup>59</sup> Visto em <http://www.britannica.com/eb/article-9024713/Irving-Wightman-Colburn>, 12/10/2006.

<sup>60</sup> Visto em <http://www.glasslinks.com/trivia/pennvernon.htm>, 12/10/2006.

revestimento brilhante do vidro de folha (laminado) com as qualidades ópticas do vidro em placa (Zarzycki, 1991: 444). O processo “float” inicia-se com o derramamento do fundido sobre um banho de estanho derretido (Pfaender, 1983: 54), que espalha e nivela a superfície do vidro. Esta operação permite manter um perfeito equilíbrio da massa vítrea, antes de ser extraída horizontalmente como uma fita contínua para a fase de recozimento (Zarzycki, 1991: 445).

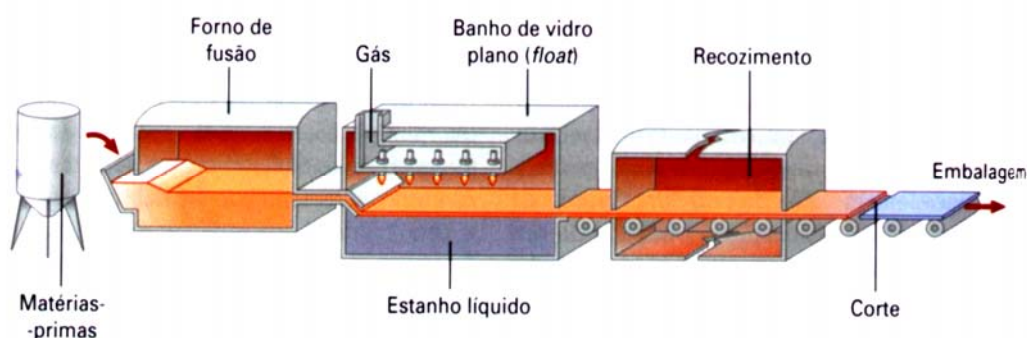


Fig.90 - Processo de fabricação de vidro float. (Beveridge, 2004: 28)

A chapa de vidro frio, até aqui contínua, é cortada automaticamente em placas de 6000 x 3120 mm<sup>61</sup>. Este processo permite obter um vidro de alta qualidade e brilho, que dispensa operações de polimento (Pfaender, 1983: p.54).

#### 6.2.4.2. Vidro plano vulgar de fabrico industrial

O vidro plano é vulgarmente designado por “cristal de vidraceiro”, obtido normalmente a partir de laminação entre dois rolos (fig.85) e que dá origem a uma folha transparente e irregular. Por esta razão, é utilizado especialmente no fabrico de espelhos, mediante a aplicação de mercúrio ou nitrato de prata numa das suas faces. Também pode ser utilizado no fabrico de vidros translúcidos, sujeito a um processo de despolimento a jacto de areia ou com a aplicação de ácido fluorídrico numa das suas faces. Neste último o vidro adquire uma coloração mais ou menos branca.

O vidro plano pode se apresentar opalino, com maior ou menor grau de opacidade, distinguindo-se duas variedades: a opalite polida e o vidro opalino, muito utilizados na

<sup>61</sup> Visto em [http://www.santamarinavitrage.com.br/conc\\_01.htm](http://www.santamarinavitrage.com.br/conc_01.htm), 20/10/2006.

decoreção e na iluminação indirecta. Finalmente é também utilizado para envidraçar janelas, que podem receber vidros mais ou menos transparentes, ligeiramente coloridos e com bolhas.

#### 6.2.4.2.1. Vidro em chapas

O vidro em chapas resulta da produção através dos processos de laminagem e float. Durante o processo a chapa de vidro é laminada em várias espessuras (fig. 91) e posteriormente cortada. As faces da chapa, no caso da laminada por rolos, é polida em ambas as faces, numa operação que consta de três fases: desbaste ou fricção das chapas por meio de platinas ou discos giratórios de aço e areia silicosa de grão fino; assentamento através de discos de feltro e um abrasivo, e acabamento, aplicação de platina de cortiça, sem empregar abrasivos.

No processo de fabricação do vidro float a chapa não carece de acabamento por polimento mecânico (Zarzycki, 1991: 445). São utilizados especialmente para envidraçar grandes superfícies, montras comerciais ou grandes janelas, já que apresentam características de transparência, qualidade e grande resistência. As chapas de cristal podem ser submetidas a uma têmpera ou cozimento, que aumenta a sua resistência à flexão, à compressão e ao choque (Phaender, 1983: 69). Com as chapas de vidro temperadas são fabricados elementos curvos e portas totalmente envidraçadas. As chapas temperadas são obtidas por recozimento, em

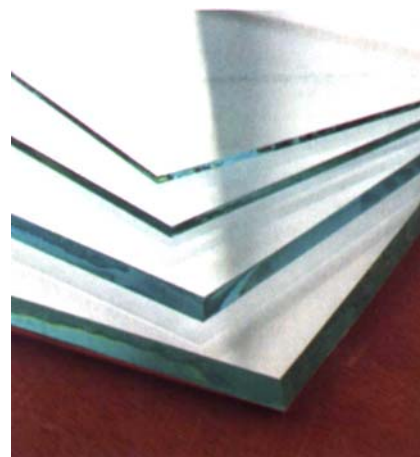


Fig 91 – Espessuras correntes de vidro plano. Fonte: (Beveridge, 2004: 28)



moldes metálicos ou cerâmicos, e são geralmente utilizados nas montras de estabelecimentos comerciais ou em aplicações externas como em varandas (fig. 92).

Fig. 92 – Vidro temperado em varandas. Banco do Líbano e Ultramar, Líbano.  
Fonte: <http://www.saint-gobain-glass.com>

As chapas de vidro podem também ser esmaltadas numa única face e coloridas com tonalidades capazes de filtrar os raios solares (Phaender, 1983: 65). Para se obter um maior isolamento térmico e acústico fabricam-se envidraçados formados com duas ou mais chapas separadas por câmaras-de-ar rarefeito (Phaender, 1983: 60).

O vidro float é facilmente encontrado nas espessuras e dimensões que se mostra na tabela 6.

Medidas comerciais do vidro plano em chapa		
espessura	largura	comprimento
2 mm	0,96 m	1,20 m
3 mm	1,50 m	1,70 m
3 mm	1,38 m	1,68 m
3 mm	0,96 m	2,40 m
4 mm a 10 mm	1,32 m	2,40 m

Tabela 6 – Tabela das dimensões do vidro plano para o vidro vulgar.  
Fonte: <http://www.cebrace.com.br/Telas/Produtos/Float.asp>

### 6.2.4.3. Outras formas comerciais de vidro

Na construção civil e na arquitectura é facilmente reconhecível a utilização de objectos de vidro integrados nas estruturas desempenhando diferentes funções. Os ladrilhos, os blocos, os tijolos e as telhas são exemplos da funcionalidade do vidro, dando leveza, transparência e luz ao interior





das habitações.

Os ladrilhos são fabricados a partir do derrame do vidro dentro de um molde.

Podem ter uma espessura entre 2 a 3 cm e dimensões que oscilam entre 20 x 20 cm e os 30 x 30cm (Beveridge, 2004: 30). Apresentam-se de várias cores e geralmente são utilizados na construção de pavimentos.

Os blocos de vidro são moldados numa só peça de vidro temperado. Podem ser circulares, de 11,5 cm de diâmetro e 7,5 cm de espessura, ou de secção quadrada, de 13 x 13 cm e 5 cm de espessura. São utilizados na construção de paredes, tectos, ou pavimentos e permitem a passagem da luz. Podem ser engastados, geralmente numa massa de betão armado.

Fig. 93 – Ladrilho de vidro. Fonte:  
[http://www.ibravir.com.br/produtos/pisos/pisos\\_modelos.htm](http://www.ibravir.com.br/produtos/pisos/pisos_modelos.htm)

Os tijolos são ocos e compostos por dois ladrilhos cavados e soldados, com uma câmara-de-ar rarefeito no seu interior, o que lhes confere propriedades de isolamento térmico e acústico. Apresentam-se lisos (fig.94) ou estampados sob formas de secção quadrada de 14 x 14 cm de base e 7 cm de espessura, 21 x 21 x 7 cm e 28 x 28 x 7 cm. Existem também em forma de "L", para divisórias decorativas, que permitem variadas combinações.

Geralmente são incolores ou de cor bronze, âmbar, azul, verde, amarelo ou vermelho e constituem um magnífico elemento decorativo ao deixar passar a luz, filtrando-a e revelando os desenhos internos com extraordinária iridescência.

As telhas de vidro são fabricadas com as mesmas formas e medidas das telhas de cerâmica. Existem também outros tipos de telhas de forma ondulada (fig. 95) e com reforço em malha de arame.

#### **6.2.4.4.Fibras de vidro**

O vidro pode ser transformado em fibras que resultam da expansão do vidro fundido até se obter filamentos com diâmetro de poucos milésimos de milímetro. Há duas categorias de fibras de vidro: a de filamento contínuo e a de filamento curto. Estas últimas são denominadas de fibrilas ou lã de vidro e podem ter um comprimento entre 25 a 30 cm (Phaender, 1983: 153). Isto permitirá a obtenção de fibras semelhantes às fibras têxteis que podem ser transformadas em feltros ou tecidos.



Fig. 94 – Tijolo de vidro. Fonte: <http://www.almadovidro.eu/detalhes.php?id=2750&o=stock>



Fig. 95 – Telha de vidro. Fonte: [http://www.ibravir.com.br/produtos/telhas/telhas\\_encaixe.htm](http://www.ibravir.com.br/produtos/telhas/telhas_encaixe.htm)

São três os processos de fabricação de fibras de vidro: fiação mecânica, fiação por centrifugação e fiação através de gás. Também é possível combinar todos os processos.

A fiação mecânica é feita através do processo Gossler (1920) que consiste num forno eléctrico com pequenos orifícios no fundo por onde o vidro sai em fibras e é de seguida rapidamente enrolado numa bobina (fig.96[a]).

Este processo permite obter fibras entre 14 e 25  $\mu\text{m}$  de diâmetro, a uma cadência de 12 a 20  $\text{m s}^{-1}$  (Zarzycki, 1991: 446).

Uma outra variante da fiação mecânica, Schuller (1938), consiste em fiar a partir de uma série de varas de vidro que são fundidas através de queimadores (Fig.96[b]). O filamento é derramado e enrolado na bobina.

Segundo Phaender (1983: 155) estes processos usam um tipo de vidro de baixo teor de metais alcalinos (vidro do tipo-E, borossilicato de alumínio) para aumentar a resistência à água (Zarzycki, 1991: 447) e deve estar totalmente isento de bolhas. Os tecidos confeccionados com fibra de vidro revelam qualidades como a estabilidade química, a força e a resistência ao fogo e à água.

As fibras de vidro têm grande capacidade de isolamento eléctrico e podem ser combinadas com resinas. Se uma fibra de vidro é misturada com plástico, obtém-se um composto que combina a resistência e a inércia do vidro com a resistência ao impacto do plástico. O processo de fabrico das fibras de vidro de filamento curto geralmente

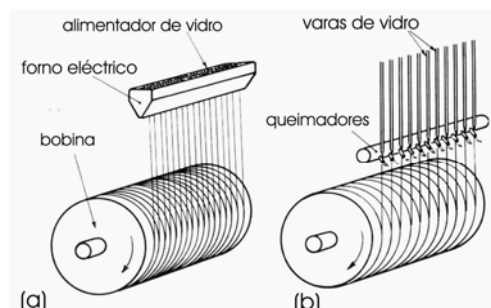


Fig.96 - Processo de fabricação de filamento contínuo. Processo Gossler (a) e Processo Schuller (B). Fonte: (Zarzycki, 1991: 447).

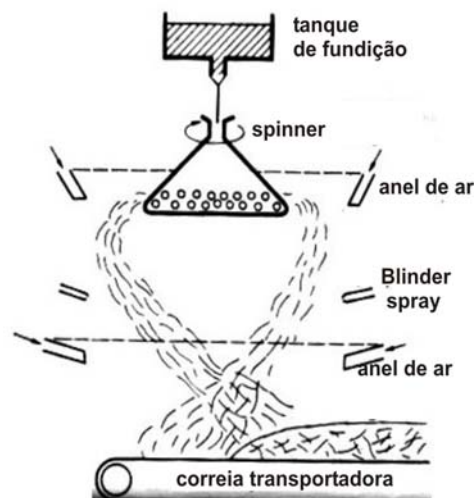


Fig.97 - Processo de fabricação de lã de vidro. Fonte: (Holloway, 1973: xii )

conhecidas por lã de vidro, começa quando o material pastoso é vertido do tanque de fundição para o spinner (prato quente giratório) através de um pequeno orifício (fig.97). Durante a rotação do spinner as fibras são quebradas e posteriormente arrefecidas por anéis de ar. Seguidamente uma correia transportadora leva as fibras para o local onde serão processadas em forma de meadas, feltros, painéis semi-rígidos, rolos, novelos, etc.

De uma forma geral, as fibras de vidro podem ter aplicação em várias actividades, como no têxtil, na indústria automóvel, nas telecomunicações, na indústria eléctrica e electrónica, etc.

#### 6.2.4.4.1. As fibras ópticas

As fibras ópticas, são finos filamentos com um diâmetro nas centésimas de milímetro (Phaender, 1983: 157). São produzidas através de um processo que permite criar um filamento de vidro de alta refração óptica (core) com um revestimento de vidro de baixa refração (sheath). O processo consiste em aquecer o vidro num forno, onde ambos os vidros são simultaneamente fundidos em compartimentos diferentes e tecidos através de um orifício duplo (Phaender, 1983: 157).

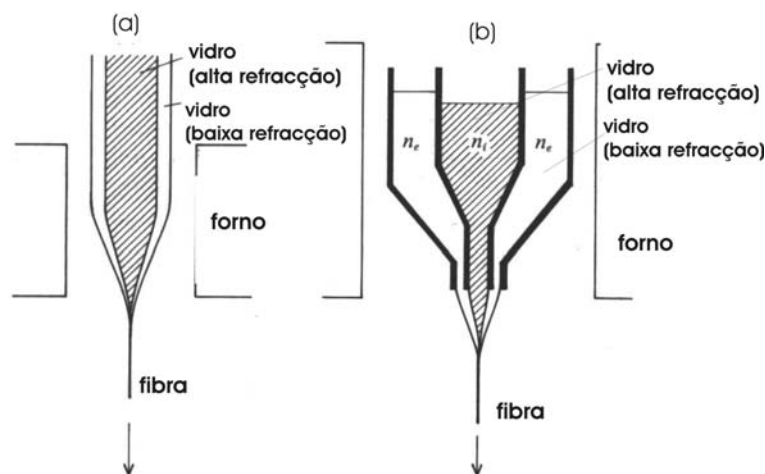


Fig.98 - Processo de fabricação de fibra óptica. Fonte: (Zarzycki, 1991: 450)

As fibras ópticas são usadas onde geralmente não se usam fontes de luz. Segundo Phaender (1983: p.159) são utilizadas com propósitos médicos em endoscopias para iluminar o interior dos órgãos humanos. Os componentes térmicos da luz são filtrados antes desta ser transmitida através da fibra (Phaender, 1983: 159). A flexibilidade das

fibras também permite o uso na iluminação de um microscópio ou no trabalho de um restaurador de arte.

#### **6.2.4.5.O vidro de embalagem**

O vidro de embalagem tem uma grande procura comercial. Estes produtos são resultantes de processos altamente mecanizados a partir de um canal interligado ao forno, que reduz a temperatura da massa de vidro para aproximadamente 900 °C, ponto de trabalho do vidro. Esta é a condição necessária para a formação da “gota de vidro”. A moldagem de artigos de embalagem é sempre feita a partir de uma gota de vidro, cortada no tamanho pré-determinado, caindo por gravidade em moldes (fig.74), e sujeito à moldagem por pressão, por sopragem e mista (moldagem e prensagem).

#### **6.2.4.6.Vidro temperado ou de segurança**

Os vidros de segurança podem ser de diversos tipos. O vidro de segurança, conhecido como vidro temperado, tem uma grande aplicação na indústria automóvel (Pfaender, 1983: 68). Este vidro tem uma resistência cinco vezes superior ao vidro normal, e quando se quebra resulta em pequenos pedaços inofensivos não constituindo, perigo.

O vidro temperado é obtido por meio de um tratamento térmico, que consiste em reaquecê-lo já sólido e arrefecê-lo depois rapidamente. Deste modo, o vidro sofre uma modificação na sua estrutura interna, o que lhe confere uma resistência muito superior, donde a sua denominação de vidro endurecido, ou rochedo. Esses produtos não podem ser cortados nem perfurados depois de terem sido submetidos a esse tratamento térmico.

Além do processo de incorporar no vidro uma rede metálica, como acontece no caso dos vidros aramados, é possível obter-se um vidro de segurança com duas folhas de vidro soldadas com a interposição de uma lâmina de matéria plástica transparente de butiral de polivinilo (PVB).

Subsequentemente, os dois vidros com o filme plástico no meio colocam-se no forno para pressionar e aquecer progressivamente a uma temperatura de 620°C, e por fim arrefecer bruscamente com ar.

Desta maneira obtém-se o vidro que resiste na superfície à compressão e no centro à tensão. Aumentando o número de placas de vidro e o de folhas plásticas interpostas, consegue-se vidros inquebráveis ou à prova de bala.

As dimensões do vidro de segurança são muito variáveis, pois estes são frequentemente fabricados por encomenda, e portanto de acordo com o lugar onde vão ser colocados. A sua espessura oscila entre 3mm a 14mm.

O seu processo de elaboração é muito dispendioso devido ao facto de ser confeccionado à medida, dado que não admite modificações posteriores (Pfaender, 1983: 69). O fabrico do vidro de segurança é feito a partir da mesma composição que o vidro óptico diferenciando-se apenas no processo de elaboração.

#### **6.2.4.7. Qualidades especiais de vidros**

Os vidros anti-solares são filtrantes e têm o poder de absorver o excesso de luminosidade, graças às suas colorações (cinzento, cor de bronze ou verde), escolhidas para garantir o máximo de protecção contra a luz solar, sem alterações das cores utilizadas na decoração.

#### **6.2.4.8. Vidros com qualidades decorativas**

O vidro obtido por soflagem, além de permitir a fabricação de uma variedade de recipientes e objectos decorativos, também admite a produção de um tipo de vidro plano de características semelhantes aos vidros antigos, pelas suas numerosas irregularidades,



Fig. 99 – Vidro blindado anti-bala.  
Fonte: <http://www.sciencephoto.com>

bolhas de ar e diferenças de espessura. Admite ainda a colocação de diferentes matizes dentro de uma mesma folha ou lâmina. Estas particularidades tornam-no muito próprio para numerosas aplicações na decoração de interiores, razão por que é designado de vidro artístico.

Comercialmente, o vidro artístico apresenta-se sob a forma de chapas de dimensões variáveis e com diferenças de espessura, na mesma chapa, que produzem um belo efeito decorativo. Apresentam uma ampla gama de cores com numerosas tonalidades, o que permite uma grande variação nas suas aplicações em decoração, especialmente na vidraria artística.

#### **6.2.4.9. Vidros impressos**

São obtidos geralmente por prensagem em moldes ou laminagem entre rolos, um deles pelo menos, com uma série de relevos que ficam impressos na superfície do vidro. Dessa forma se consegue obter vidros rugosos, numa ou nas duas faces, cujos desenhos permitem a passagem da luz mas impedem a visão através deles. Por esta razão, estes vidros são utilizados para biombo, divisórias, portas interiores e elementos de iluminação. Apresentam-se em formas e dimensões variáveis, indicadas nos catálogos dos fabricantes. São fabricadas numa grande variedade de cores (branco, amarelo, azul, verde e violeta) e com desenhos e tipos denominados de: catedral, canelado, cruzado, lentilhas, margaridas, martelado, orvalho, pérola, quadriculado, listrado, mourisco, casca de ovo, etc.

## 7. Técnicas do vidro

Os objectos artísticos em vidro produzem um fascínio impressionante pelas suas qualidades materiais e estéticas também pelo desenvolvimento das técnicas de fabrico, do melhoramento e refinamento dos materiais e da interpretação e adaptação do vidro às solicitações civilizacionais. Do conjunto de técnicas artísticas de produção e manuseamento do vidro destacam-se: o trabalho do *vidro a quente* (esculpir uma forma maciça, vazar, soprar e decorar com cores) e o trabalho do *vidro a frio* (transformar, gravar, decorar retirando e acrescentando matéria). Estas técnicas, representam por si, a complexidade de formas e processos que aqui ficam assinalados fruto do trabalho dos artistas que no contacto com o vidro empreenderam criatividade e inovação ao longo dos séculos.

### 7.1. Esculpir a quente uma forma cheia

A técnica de trabalho do vidro “maciço” ou “forma cheia”<sup>62</sup> opõe-se em certa medida à técnica da soflagem. Se a soflagem visa a delicadeza e a transparência da matéria (fig.100), o trabalho à pinça no vidro maciço permite esticar a matéria à procura da forma escultural.

A execução de uma escultura feita à mão exige um grande virtuosismo, bem como a ajuda de uma equipa que participa no momento propício dispondo a quantidade necessária de vidro ao artista.

O vidro é recolhido da fornalha na extremidade de uma haste de metal, “pontel” (Melo, 1970: 78), e modelado directamente com a ajuda de ferramentas.



Fig. 100 – Torço feminino,  
Pino Signoretto, 1995, Itália.  
Fonte: <http://annuaire.idverre.net>

<sup>62</sup> Visto em [http://annuaire.idverre.net/4daction/encyclo\\_rech\\_cat/15/1](http://annuaire.idverre.net/4daction/encyclo_rech_cat/15/1), 7/10/2006.



O mestre vidreiro serve-se de tesouras, uma “espécie de faca” e de “pinças” (Barros, 1969: 144) variadas para esboçar e aperfeiçoar a obra nos seus menores detalhes. Ao passar a uma massa de vidro cada vez maior, o peso aumenta e a parte que arrefece necessita incessantemente de ser reaquecida para evitar qualquer risco de ruptura por choque térmico.

Modelar o vidro no seu estado plástico terá sido, o meio mais primário de obter uma forma no passado.

Em Veneza, a escultura feita à mão encontrou uma expressão notável. Nos anos 50 do século XX, Alberto Seguso realizou os modelos de Napoleone Martinuzzi<sup>63</sup>, umas extraordinárias cabeças assentes na estatuária ciclade e Alfredo Barbini<sup>64</sup> explorou subtilmente o tema escultural clássico do nú. Archimède Seguso<sup>65</sup>, também se confrontou nos anos 80 do mesmo século com a escultura dita *a massello*<sup>66</sup>, que consistia na modelação da massa vítrea recorrendo à cana de soflagem como suporte para um vasto campo de acções (fig.101).



Fig. 101 – Técnica “a massello”.  
Pino Signoretto. Itália.  
Fonte: <http://www.pinosignoretto.it>



Fig. 102 – Toureiro, Pino Signoretto,  
2006, Itália.  
Fonte: <http://www.pinosignoretto.it>

<sup>63</sup> Visto em [http://annuaire.idverre.net/4daction/encyclo\\_rech\\_cat/15/1](http://annuaire.idverre.net/4daction/encyclo_rech_cat/15/1), 7/10/2006.

<sup>64</sup> Idem

<sup>65</sup> Visto em [http://annuaire.idverre.net/4daction/encyclo\\_rech\\_cat/15/1](http://annuaire.idverre.net/4daction/encyclo_rech_cat/15/1), 7/10/2006.

<sup>66</sup> Visto em [http://www.900divetro.it/tecnichVetro.asp?Id\\_tecnica=12](http://www.900divetro.it/tecnichVetro.asp?Id_tecnica=12), 7/10/2006.

Actualmente o mestre vidreiro Pino Signoretto<sup>67</sup>, transmite esta tradição com muita poesia e autoridade.

---

<sup>67</sup> Visto em <http://www.pinosignoretto.it>, 7/10/2006.

O trabalho figurativo na (fig. 102), é efectuado a partir de uma bola de vidro colhida como volume inicial que gradualmente é moldada com a forma pretendida e aumentada com acréscimos de vidro quente.

## 7.2. Vazamento

O vidro fundido permite ser vertido para dentro de moldes permitindo a obtenção de variadas peças e formatos. Dentro das várias técnicas de vazamento destacam-se as seguintes:

### 7.2.1. Vazamento em areia - *sand casting*

Esta técnica consiste na moldagem de vidro em fusão entre 1250 °C e 1350 °C, e derramado em “cavidades”<sup>68</sup> criadas num molde areia (fig. 103). A melhor areia é aquela que utilizam os fundidores de metais.

Esta areia é colocada numa *cofragem*<sup>69</sup> (caixa de madeira) e humedecida, seguidamente é estampada com uma forma de madeira, de barro, ou de gesso, que determina o negativo da forma futura da obra, esta permanece necessariamente em baixo-relevo.



Fig. 103 – Cofragem de areia preparada para receber o vidro fundido.



Fig. 104 – Sand casting. Vidro é vertido numa cofragem de areia.  
Fonte: <http://www.glassartists.org>

<sup>68</sup> Visto em [http://www.mostlyglass.com/painting\\_&\\_glass.htm](http://www.mostlyglass.com/painting_&_glass.htm), 7/10/2006

<sup>69</sup> Visto em <http://www.glassartists.org/>, 7/10/2006

Para evitar que a areia cole à superfície da peça, é necessário utilizar um separador (fig.103), como por exemplo, a grafite<sup>70</sup>. O vazamento do vidro (fig.104) é um processo rápido e perigoso e necessita de uma equipa que deve trabalhar simultaneamente para obter uma obra homogénea.

A peça é desenformada em torno dos 600 °C<sup>71</sup>, podendo ser ainda manipulada e acabada e de seguida é levada à arca, para recozer. A peça é mantida na arca a uma temperatura próximo dos 600 °C que vai reduzindo até atingir a temperatura ambiente.

A primeira fase do arrefecimento deve ser uniforme e bem controlado para que ocorra ao mesmo tempo da periferia ao centro da peça.

Esta técnica que confere ao vidro uma grande força plástica, ganhou uma nova dimensão quando os artistas a recuperaram do esquecimento.

O pioneiro do "sand-casting", foi o sueco Bertil Vallien (fig.105) que construiu uma obra onírica e frequentemente dramática onde se cruzam os mitos e os homens, o tempo e a morte.

### 7.2.2. Vazamento num molde – *casting*

<sup>70</sup> Visto em <http://www.glassartists.org/>, 7/10/2006

<sup>71</sup> Idem



Fig. 105 – Escultura. Sand casting. Bertil Vallien, 1967. Suécia.  
Fonte: <http://www.bertilvallien.se>



Fig. 106 – Vazamento num molde.  
Fonte: <http://www.bertilvallien.se>

Esta técnica consiste em preencher um molde aberto ou fechado com vidro em fusão (1250-1300 °C), numa fase de viscosidade que lhe permita obter o mínimo detalhe do molde. No caso de um molde aberto, o vidro fundido é transportado directamente do forno ao molde, através de uma concha (fig.106), ou vertido no molde directamente de um cadinho. Esta técnica é muito antiga, anterior à soflagem, e já era praticada paralelamente à modelação da massa de vidro, na Mesopotâmia, para produzir amuletos ou figurinos.

Nesta altura, o vidro era geralmente espalhado sobre uma superfície plana em quantidade necessária, antes de ser posto no molde e pressionado manualmente. Há exemplares de taças da época helenista e romana feitos por este processo e que são geralmente designados por "pillar-moulded"<sup>72</sup>. Pouco usado na Idade Média, este método conheceu uma renovação em Veneza, na Renascença e perpetuou-se até à mecanização dos processos de fabrico, no século XIX, e à produção em série de artigos de mesa. A fabricação de objectos de vidro através de moldes permite uma abordagem escultural para peças de pequeno formato.

O vidreiro Henri Navarre (1885-1971) foi o primeiro a perceber o interesse artístico excepcional, criando máscaras sagradas (fig.107) e misteriosas. Os vidreiros do movimento *Studio Glass* (Beveridge, 2004: p.20), também manifestaram a sua atracção por esta técnica. Este movimento baseia-se na dinâmica de trabalho de equipa e teve



Fig.107 - Henri Navarre, Cabeça. Museu das Artes Decorativas, Paris. 1937, França.  
Fonte: <http://annuaire.idverre.net>



<sup>72</sup> Visto em <http://www.umich.edu/~kelseydb/Exhibits/WondrousGlass/RomanGlass-Making.html> , 7/10/2006

como percursores, na Europa, Lalique e Gallé. Este movimento propagar-se-ia também aos Estados Unidos.

Fig. 108 - "*Immanent Circumstance*". Howard Ben Tré. Bóston. 1993.

Fonte: <http://annuaire.idverre.net>

O vidreiro americano Howard Ben Tré desenvolveu um trabalho grandioso e escultural (fig.108). A monumentalidade da sua escala e dos seus volumes, obriga a recorrer a grandes quantidades de vidro em fusão, fornecidas em fábricas, e vertidas à concha por uma equipa de assistentes. A operação de arrefecimento destas peças maciças necessita de meses de vigilância. As suas obras têm uma forte dimensão simbólica que o une às civilizações do passado.

### 7.3. Revestimento sobre o núcleo

Esta técnica é um dos processos mais antigos de fabricar peças em vidro, muito praticada na Mesopotâmia, Rodes, Próximo Oriente, Mediterrâneo, no período entre os séculos XVI a.C e I d.C (Tait, 1995: 214). A maioria das peças é de reduzidas dimensões, do tipo "alabastro", com formato de frascos de perfume ou de pinturas para o rosto.

Os objectos encontrados nos túmulos dos faraós revelaram o conhecimento desta técnica. Inicialmente, o artesão dava forma a um núcleo de argila e estrume de cavalo, destinado a dar a forma ao interior do recipiente. Espetava numa vara de metal e deixava o conjunto secar. De seguida, imergia o núcleo num cadinho com o vidro em fusão, girando ao mesmo tempo a vara a fim de obter uma distribuição homogénea. A massa vítrea era retirada do forno e modelada com pinças e outros instrumentos até adquirir uma forma definida. As asas eram estiradas à pinça e aplicadas a quente (Tait, 1995: 214).



A decoração usual era feita de tiras de vidro quente aplicadas em espiral, em redor da peça (fig.109), e aquecidas para se integrarem à massa, às vezes em "penteados" ondulados (Tait, 1995: 215).

Após o arrefecimento, a vara metálica e o núcleo são retirados. Esta técnica arcaica caiu em desuso com a invenção da cana de soflagem.

#### 7.4. Vidro modelado-prensado

Esta técnica industrial, consiste na mecanização de um método manual antigo conhecido em 1500 a.C. O método mais simples é realizado a partir do derrame de uma porção de massa vítrea quente (Tait, 1995: 222) sobre uma mesa metálica e seguidamente pressionada com um molde estriado (fig. 111).

Retira-se o molde e a peça é colocada sobre um molde côncavo ou convexo, adquirindo a forma definitiva (fig. 112).

Com a industrialização este processo caiu em desuso sendo desenvolvido nos Estados Unidos a partir de 1825. A utilização de moldes em ferro fundido ou mesmo aço, com relevos e articulados permitiu reduzir os tempos de laboração e aumentar a produção.

O novo método americano necessitava de uma equipa de dois vidreiros, um que depositava a bola de vidro no molde

Fig. 109 - Vaso para unguento, Egipto, 1390-1352 a.C. Museu Vitoria e Alberto, Londres.

Fonte: <http://annuaire.idverre.net>



Fig. 110 – O vidro é prensado contra a mesa com a ajuda de um molde.

Fonte: (Tait, 1995: 222)

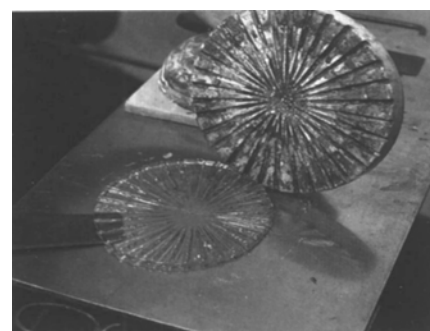


Fig. 111 – O molde é retirado revelando a superfície texturada do vidro.

Fonte: (Tait, 1995: 222)

aquecido, o outro que impulsionava a alavanca que baixava um pistão para pressionar o vidro. A moldagem por pressão permitiu também obter peças de forma redonda, côncava, baixo-relevo, de inspiração escultural, ou mesmo monumental.

A modelação por prensagem foi adoptada em Inglaterra e na Europa, permitindo produzir peças decorativas e baratas, especialmente no domínio do utilitário (fig. 113) e do ornamento de mesa. Estes objectos não rivalizavam com o aspecto requintado e bem acabado das peças cortadas manualmente, mas eles apresentavam um real interesse comercial porque seduziam frequentemente pelas cores vivas e baixo custo.

Durante a Exposição das Artes Decorativas de 1925, em Paris, o vidreiro Lalique demonstrou de maneira espectacular o interesse arquitectural e artístico desta técnica industrial (fig. 114). O grande período do vidro prensado, sobre um plano artístico, foi entre o fim do século XIX e a primeira metade do século XX, mas a técnica continua ainda a estar presente em diversos objectos da “marca”<sup>73</sup> Lalique.

A integração da máquina a vapor nas unidades industriais entre 1820 e 1840 (Tait,

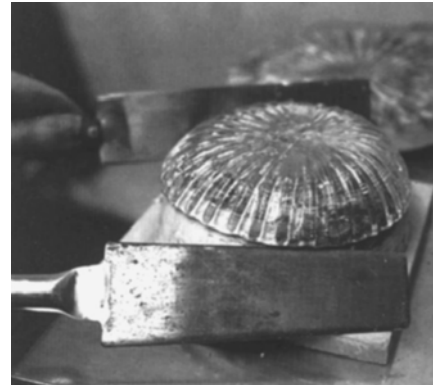


Fig. 112 – O vidro adquire a forma definitiva sobre um molde convexo. Fonte: (Tait, 1995: 222)



Fig. 113 – Molde de garrafa em ferro fundido. Fonte: APAI (1989)



<sup>73</sup> Visto em <http://www.cristallalique.fr/v1/index.htm>, 7/10/2006



1995: 62) veio impulsionar o fabrico e dar a esta técnica um papel preponderante na produção em massa.

Fig. 114 – Vaso “Bacantes”. Vidro opalescente. Período Arte Déco. 1925. França. René Lalique  
Fonte: <http://www.cristallalique.fr>

## **7.5. Soflagem**

### 7.5.1. Soprar à mão

Segundo Tait (1995: 223) soflagem é uma técnica inventada entre os anos 50 e 70 do século I d.C., e foi inicialmente praticada no Império Romano. A soflagem consiste em introduzir uma bolha de ar numa massa de vidro no estado viscoso, soprando numa "cana", longo tubo oco metálico, isto a fim de obter uma forma oca (Tait, 1995: 223). Este gesto pode ser executado livremente no ar, segurando a cana com as mãos e soprando pelo tubo. A forma pode ser guiada através de um molde que permita realizar uma peça com contornos precisos.



Fig. 115 – O soprador de vidro, insufla ar na massa vítrea à medida que dá a forma ao objecto. Fonte: <http://claude.fourcaulx.free.fr>

A soflagem é uma actividade complexa que necessita de um trabalho de equipa, em que cada elemento tem um papel bem definido na “obragem” (Melo, 1970: 90). Os intervenientes neste processo apresentam-se integrados numa intrincada acção conjunta em que todos dependem uns dos outros para obter sucesso. A realização de determinados modelos de peças obriga a múltiplas etapas, onde um objecto como um copo, por exemplo, é realizado por partes (Melo, 1970: 92).

De uma forma simplista, pode-se definir três etapas importantes: primeiro mergulha-se a cana no cadinho tirando uma quantidade de vidro, de seguida rola-se o vidro sobre o “mármore” ou “marma”<sup>74</sup> (fig.116) e finalmente introduz-se uma bolha de ar no vidro, soprando numa das extremidades da cana até formar o “bojo” necessário (Melo, 1970: 92). Todo este processo é supervisionado por um oficial (mestre vidreiro) que também entra para dar a forma desejada e proceder aos acabamentos.

A operação de soflagem requer reaquecimentos sucessivos, para formar e desenvolver a “massa de vidro”, até a obtenção do volume definitivo de vidro oco.

Insuflar o ar livre efectua-se variando as posições da cana no espaço e mantendo um movimento de rotação constante e regular.

Além da soflagem, o acabamento do vidro quente necessita outros gestos e diversos instrumentos, como pontéis, pinças, ferros de rodear, tesoura, palmatória, rocas e uma cadeira que deve estar mais próxima da boca do forno (Melo, 1970: 90).

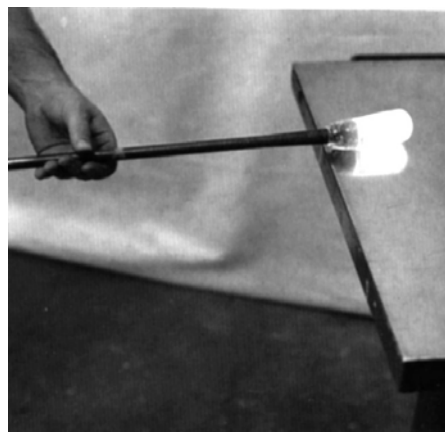


Fig. 116 – Marmorear. O vidreiro rola a massa de vidro sobre a mesa (marma).  
Fonte: (Tait, 1995: 223)



Fig. 117 – Soflagem num molde.  
Museu Escola de Nancy. França.  
Fonte: <http://www.cmog.org/>

---

<sup>74</sup> A “marma” é uma mesa de aço que serve para rolar o vidro, a fim de centrá-lo perfeitamente. A acção é designada por "marmorear" (Melo, 1970: 91).

Com o recurso ao pontel<sup>75</sup>, o vidro é apreendido, para ser trabalhado e modelado com a ajuda da “palmatória”, instrumento de madeira com a forma de uma grande colher (Melo, 1970: 91) que permite definir a forma inicial. O vidro também é repartido com o recurso a cubos de madeira vazados que também servem para centrar. Para manusear e definir a forma utilizam-se pequenas barras de ferro para abrir o bojo e tesouras para cortar (Melo, 1970: 93).

A história do vidro em todas as épocas confunde-se muito frequentemente com a difícil e nobre arte da soflagem que necessita de rapidez, engenho e precisão.

### 7.5.2. Soflagem num molde

A soflagem pode ser executada em moldes para definir as formas e decorações de acordo com o efeito desejado, girando ou fixando (fig.117). A soflagem girada adapta-se às formas redondas e a soflagem fixa capta as formas e as decorações angulosas (fig.118). Os moldes são feitos em diversos materiais, sendo os de madeira, os mais tradicionais, mas também podem ser de ferro fundido, alumínio, bronze, aço, grafite e em gesso<sup>76</sup> misturado com sílica ou areia de fundição. De acordo com o material devem ser utilizados húmidos e munidos de buracos para deixar escapar o vapor.



Fig. 118 - Vidro soprado num molde.  
Daum, 1908. M. B. Artes. Nancy.  
Fonte: <http://annuaire.idverre.net>

O método da modelação por soflagem foi inventado e valorizado pelos vidreiros romanos<sup>77</sup> que assim executaram decorações inventivas, geométricas, florais ou inspiradas no rosto humano.

<sup>75</sup> Tradução operária da palavra francesa *pontil* (Melo, 1970: 78)

<sup>76</sup> Visto em [http://annuaire.idverre.net/4daction/encyclo\\_aff\\_tech/24/-1](http://annuaire.idverre.net/4daction/encyclo_aff_tech/24/-1), 7/10/2006.

<sup>77</sup> Visto em <http://www.glassblower.info/AngusPowers/AngusPowers.html>, 7/10/2006.

### 7.5.3. Soflagem a ar comprimido

A soflagem manual tradicional é substituída pela injeção de ar comprimido que desenvolve a massa de vidro num molde articulado geralmente em ferro fundido aquecido. Permite realizar recipientes como frascos e garrafas (fig.113).

O vidreiro René Lalique nos anos 20-30 do século XX, conferiu a este método industrial a sua pedra basilar na grande qualidade artística das suas criações. Nos anos 60-70 do mesmo século, cresceu o movimento *StudioGlass* nos Estados Unidos<sup>78</sup> e na Europa, conhecendo a soflagem um novo impulso, com o regresso às estruturas artesanais e à curiosidade pelas técnicas tradicionais esquecidas na produção industrial.



Fig. 119 – “Floresta de cestos”. 2002. Dale Chihuly. Museu Arte de Oklahoma  
Fonte: [http://www.chihuly.com/baskets/Art/CdOkla\\_Img0072\\_B.html](http://www.chihuly.com/baskets/Art/CdOkla_Img0072_B.html)

Actualmente, vidreiros americanos como Dale Chihuly tornaram-se verdadeiras estrelas da soflagem, produzindo com equipas de assistentes peças monumentais coloridas e dinâmicas, imaginativas e lúdicas como a "Floresta de Cestos" (fig.119). É impossível

<sup>78</sup> Visto em <http://www.tfaoi.com/aa/4aa/4aa499.htm>, e <http://www.cmog.org/index.asp?pageId=1276>, 7/10/2006

citar todos os grandes nomes da soflagem mas é necessário mencionar pela sua figura incontornável e pelo seu saber, virtuosidade e generosidade na transmissão do conhecimento veneziano<sup>79</sup>, Lino Tagliapietra.

Os vidreiros da soflagem pertencem à linguagem básica do vidro e desconhecem-se os sopradores anónimos que se tornaram mestres na antiguidade romana e ao longo de toda a história das oficinas de Veneza, da Boémia ou de outros lugares.

#### **7.5.4. Aplicações da soflagem**

##### **7.5.4.1. Cordas**

Esta técnica permite completar as formas sopradas aplicando a quente uma asa, um pé sobre uma forma utilitária ou introduzindo uma decoração em relevo à superfície de um objecto de efeito decorativo.

Esta decoração pode ser uma simples corda (fig.120) enrolada na superfície da peça de vidro. Peças mais elaboradas, apresentam redes e “cabochon”, como em certas obras da Escola de Nancy, realizadas por Gallé ou Daum.

Esta técnica é também muito antiga, como revelamos nos objectos de alabastro revestidos sobre um “núcleo prévio” (Tait, 1995: 42) munidos de pequenas asas laterais aplicadas a quente.



Fig. 120 – Vaso com cordões, Fabienne Picaud, Photo Philippe Minisini, Studio Cerfav.  
Fonte: <http://annuaire.idverre.net>

##### **7.5.4.2. Filigranas**

Vidro filigrana é a tradução do velho termo veneziano "vetro a filigrana" (Tait, 1995: 238). Esta denominação abrange um conjunto de variedades de vidro soprado

<sup>79</sup>Visto em [http://annuaire.idverre.net/4daction/encyclo\\_aff\\_tech/24/-1, 7/10/2006](http://annuaire.idverre.net/4daction/encyclo_aff_tech/24/-1, 7/10/2006)

transparente (fig.121) no qual são incorporados fios de vidro estirado de cor branca ou de diversas cores.

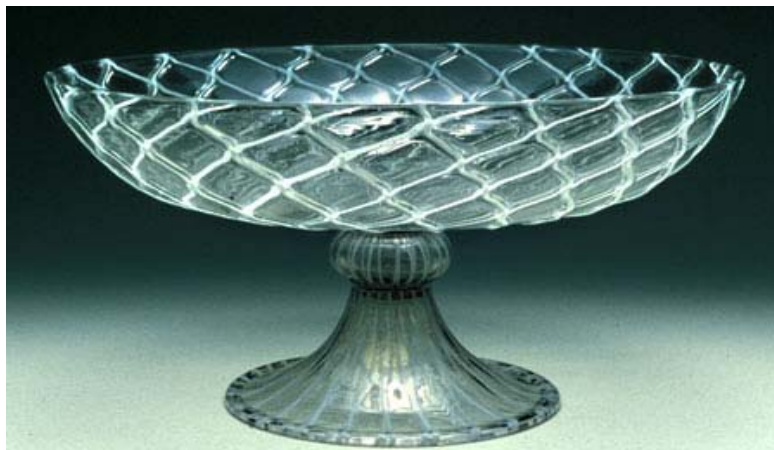


Fig. 121 - Taça, Vidro soprado em filigrana. Século XVI, Veneza.  
Fonte: <http://annuaire.idverre.net/ENCYCLODTECH/index.shtml>

“Latticino” ou “Latticino”<sup>80</sup> é um termo italiano que caiu em desuso e que designa igualmente “vetro a filigrana”(Tait, 1995: 238). Distinguem-se sob este termo genérico três categorias de decorações com grafismos diferentes: “vetro a fili” (Tait, 1995: 238) onde a vara forma linhas paralelas, “vetro a retorti” (Tait, 1995: 238), torcidas em espirais e “vetro a reticello” (Tait, 1995: 238), cruzamentos entrelaçados, a delicada rede onde são encarceradas minúsculas bolhas de ar.

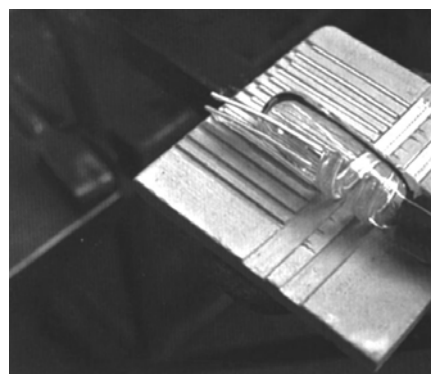


Fig. 122– “Vetro a fili”. O vidreiro enrola a massa de vidro, integrando filamentos paralelos.  
Fonte: (Tait, 1995: 238)

Para realizar “vetro a fili”, o vidreiro dispõe metodicamente as duas varas de vidro sobre um apoio metálico ou de cerâmica (fig.122) e aquece o vidro a fim de amaciá-lo, seguidamente toma-o à extremidade da sua vara metálica com a massa de vidro transparente que faz rolar sobre a preparação para o englobar totalmente. Após o reaquecimento, a massa de vidro inicial é outra vez soprada e trabalhada.

<sup>80</sup> Visto em <http://glasspages.blogspot.com/2005/03/latticino.html>, 8/10/2006

A vara de vidro pode ser disposta em intervalos regulares e espaçados, utilizando um apoio sulcado (fig.123) ou podem ser colocadas de maneira unida, utilizando um apoio plano.

Para fazer a rede de "vetro a reticello", é necessário pelo menos dois vidreiros que devem demonstrar uma grande coordenação e uma extrema precisão (Tait, 1995: 240). O primeiro vidreiro toma varas dispostas sobre uma placa e forma um cilindro inicial de vidro "a fili" cuja extremidade mantém com tesouras à asa. Imprime seguidamente à sua vara metálica um movimento de rotação, dando forma assim a linhas paralelas em espiral num dado sentido e abre este cilindro em forma de tulipa.

Durante este tempo um assistente terá preparado uma segunda placa de varas idêntica que dá ao segundo vidreiro, este último dá forma a um cilindro de vidro mais estreito que o primeiro, em espiral em sentido oposto, que vem inserir da extremidade da sua vara no primeiro cilindro (fig.124) obtido e mantido a uma temperatura próxima.

A peça é soprada posteriormente num molde, para que adira à parede interna do primeiro cilindro. Minúsculas bolhas de ar subsistem entre os ligamentos da rede das "varas", que parecem cruzar-se, como os fios de vime de uma cestaria. Estas técnicas refinadas e luxuosas do vidro veneziano apareceram na Renascença, durante o século XVI de acordo com o seu grau de complexidade (Tait, 1995: 168).

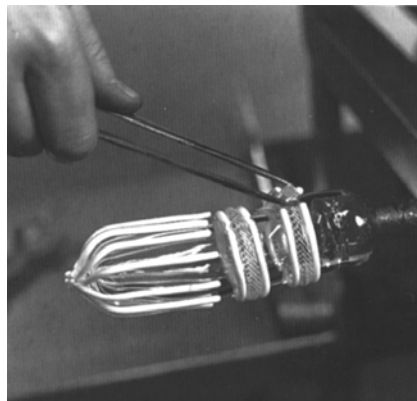


Fig. 123 - *Vetro a fili*. O vidreiro enrola a massa de vidro, integrando filamentos paralelos. Fonte: (Tait, 1995: 238)



Fig. 124 - *Vetro a fili*. O vidreiro sopra um cilindro dentro de outro criando filamentos cruzados. Fonte: (Tait, 1995: 238)



O recurso à inserção de folhas de ouro bem como à moldagem e às aplicações, permite aumentar as opções, dando assim lugar a uma produção preciosa, de uma variedade decorativa infinita.



Fig. 125 - Vidro filigrana, Provavelmente feito pelo veneziano Jacopo Verzelini, entre 1572-1574. Londres. Fonte: (Tait, 1995: 169)

No século XVII, as esplêndidas peças realizadas em Veneza incentivaram a partida de artesãos venezianos, com as múltiplas categorias de vidro filigrana (fig.125), a se espalharem rapidamente pela Europa do Norte. Em resultado disso, muitos produtos foram designados "à façon de Venise", nomeadamente nos Países Baixos (Tait, 1995: 165).

A produção do vidro filigrana nunca cessou durante séculos. No século XIX, em Murano, ocorreu uma importante renovação na produção do vidro filigrana sob o impulso de Domenico Bussolin, seguido por Pietro Bigaglia, e Antonio Salviati<sup>81</sup>. Já no século XX e na década de 50, as obras de Archimède Seguso levam esta arte à excelência da invenção e da poesia, "a mezza filigrana", "a filo verticale", "merletto", "tem piume", "tem filigrana stellata"<sup>82</sup>. O mestre Lino Tagliapietra tem perpetuado esta grande tradição veneziana com

<sup>81</sup> Visto em [http://annuaire.idverre.net/4daction/encyclo\\_aff\\_tech/42/-1](http://annuaire.idverre.net/4daction/encyclo_aff_tech/42/-1), 8/10/2006.

<sup>82</sup> Visto em [http://www.fondazionevenezia.it/patrimonioartistico/vetri\\_lista.html](http://www.fondazionevenezia.it/patrimonioartistico/vetri_lista.html), 8/10/2006.

uma suprema elegância, quase pictural, como o conjunto de peças "Giudecca" de 1996 (fig.126) ou "Concerto di primavera"<sup>83</sup>, de 2000.



Fig. 126 -"Giudecca", Vasos em fligrana, Lino Tagliapietra, Itália.  
Fonte: <http://www.linotagliapietra.com/installations/index.htm>

#### 7.5.4.3. Vidro multicolor- overlay

A um vidro soprado constituído de duas ou mais camadas sobrepostas e de cores diferentes, denomina-se de "overlay"<sup>84</sup> ou "multicolor". Estas camadas frequentemente são destinadas ao corte ou à gravação, em partes côncavas e com relevo, a fim de revelar as diferentes cores subjacentes. O método obriga o vidreiro a mergulhar a massa de vidro de uma cor num cadinho de vidro em fusão de outra cor diferente.



<sup>83</sup> Visto em <http://www.linotagliapietra.com/schedule.htm>, 8/10/2006

<sup>84</sup> Visto em <http://www.cmog.org/index.asp?pageId=723>, 8/10/2006.

Fig. 127 - Vidro multicolor opalino, gravado a ácido e à roda. Daum, 1897. Nancy. Museu de Belas Artes.

O vidreiro sopra a massa de vidro da primeira cor, dentro de uma *copela*<sup>85</sup>, onde se encontra uma fina camada de segunda cor. Ao soprar a peça a primeira camada de vidro encosta na segunda formando uma parede de vidro única, podendo eventualmente multiplicar as camadas de cor repetindo a operação. Esta técnica é muito antiga e é frequentemente referenciada em inglês por "dip overlay" ou "flashing". A segunda denomina-se por "cup overlay" ou "cased glass".

O vidro multicolor (fig.127) está na base do "cameo glass", ou vidro multicolorido gravado em relevo a exemplo dos camafeus antigos em pedras finas ou conchas.

Esta técnica já era dominada no mundo romano, com um método duplo *cueillage*<sup>86</sup>, e permitia gravar a frio, na camada externa de vidro, decorações em relevo muito elaboradas que surgiam sobre o fundo contrastado da camada de vidro interna.

Este tipo de gravura técnica tem influência estética no *glyptique*<sup>87</sup>, arte da gravura das pedras duras. O "Vaso Portland" do Museu Britânico de Londres (fig.128), é um vaso de decoração em camafeu, descoberto nas escavações de Pompeia, em Itália, e conservado



Fig. 128 - Vaso Portland, Vidro multicolor com camafeu. Pompeia, Fonte: <http://annuaire.idverre.net/>



Fig. 129 - Vaso ovóide com plantas e animais. Daum, 1925. Nancy. Fonte: <http://annuaire.idverre.net/>

<sup>85</sup> Pequeno cadinho de argila refractária, porcelana, cristal, osso calcinado etc., utilizado nos laboratórios para a "copelação". Visto em [www.kinghost.com.br/dicionario/copela.html](http://www.kinghost.com.br/dicionario/copela.html), 5/07/2006

<sup>86</sup> Técnica que consistia na obtenção de uma camada externa de cor através do rolamento do vidro sobre uma mesa metálica (marmorear) para tomar a forma. Visto em [http://www.mr-bricolage.fr/modules/esconseil/fiches\\_magazines/Mb52-02.htm](http://www.mr-bricolage.fr/modules/esconseil/fiches_magazines/Mb52-02.htm), 5/07/2006.

<sup>87</sup> A glyptique é a arte de gravar e cortar em partes côncavas (intaille) ou relevo (camée) aos materiais mais variados. Visto em [http://euromin.w3sites.net/Nouveau\\_site/histoire/antiqueMA/popf/POPf16\\_3.htm](http://euromin.w3sites.net/Nouveau_site/histoire/antiqueMA/popf/POPf16_3.htm), 5/07/2006.

no Museu Arqueológico de Nápoles. Foi visto em Itália, pela primeira vez, em 1601, na coleção do *Cardial del Monte*<sup>88</sup>.

Representa um dos mais famosos exemplos da associação da técnica de vidro multicolor e de gravura em “camafeu” (Tait, 1995: 62).

Os irmãos Daum, também recorriam a esta técnica para realizar obras com notáveis resultados, como se pode constatar no vaso ovóide (fig.129) de 1925, com plantas e animais, realizado em vidro multicolorido e com gravação a ácido.



Fig. 130 - Aquagraal, Edward Hald. 1966. Orrefors .  
Fonte: <http://www.bukowskis.se>

#### 7.5.4.4. Graal e Ariel

A técnica “Graal” consiste em soprar uma peça de vidro de dupla camada ou multicolor num receptáculo aberto. Após o arrefecimento, a peça é cortada ou gravada, a ácido ou areia. De seguida é aquecida progressivamente no seu receptáculo, dentro de um forno, até aos 400/500 °C, e retomada na ponta da cana, para outra vez ser soprada, “marmoreada” com delicadeza a fim de obter uma decoração flexível, lisa e integrada na massa vítrea, diferente da decoração em relevo das peças da Escola de Nancy.



Fig. 131 - Vaso Graal. Knut Bergvist. Orrefors 1918.  
Fonte: <http://www.freeformsusa.com/glass/swedish/graal.htm>

Esta técnica original, derivada do trabalho do mestre francês Emile Gallé no domínio do vidro de dupla camada e gravado, e permitiu uma renovação estilística

<sup>88</sup> Visto em <http://www.thebritishmuseum.ac.uk/compass/ixbin/goto?id=OBJ3502>, 8/10/2006.

considerável sob a influência de Simon Gate e Edward Hald, artistas externos ao mundo do vidro, quando foram envolvidos<sup>89</sup> por Orrefors, na Suécia, em 1916.

O director de Orrefors, Albert Ahlin, escolheu o termo “grall” numa referência literária ao “cálce lendário” onde foi recolhido o sangue de Cristo aquando da crucificação, episódio evocado pelo poeta sueco Gustav Fröding (1860-1911). O mestre vidreiro Knut Bergvist<sup>90</sup> sob orientação do designer Hald experimentou (fig.131), particularmente o Graal, com subtis alternativas como "fish graal", "cut graal", o “aquagraal” (fig.130).

Durante o século XX, esta técnica tornou-se uma verdadeira tradição do vidro escandinavo, e deu nascimento a outras alternativas como a técnica *Ariel*, assim nomeada em homenagem ao herói shakespeariano da “tempestade” e que é ilustrado no magnífico vaso (fig. 132) de Edvin Öhrström. Consiste em soprar um vidro de dupla camada muito espesso no qual a decoração é delimitada à lâmina para ser gravada profundamente a jacto de areia. A peça é coberta seguidamente por uma camada de vidro transparente que fecha os sulcos de ar criados pelo corte.



Fig. 132 - Vaso Ariel, Edvin Öhrström, 1953, Orrefors.  
Fonte:<http://www.freeformsusa.com/glass/swedish/graal.htm>



Fig. 133 - Vaso "Kraka", azul e âmbar. 1954. Orrefors. Suécia. Sven Palmqvist. Fonte:  
<http://www.freeformsusa.com/glass/palmqvis.htm>

<sup>89</sup> Visto em <http://www.great-glass.co.uk/glass%20notes/history.htm>, 8/10/2006

<sup>90</sup> Visto em <http://www.freeformsusa.com/glass/swedish/graal.htm>, 8/10/2006.

Nos anos 50, foi também inventada a técnica “Kraka”, nome emprestado “à heroína de uma lenda escandinava, evocando por metáfora a cobertura pela rede de pescadores”<sup>91</sup>. A decoração é formada por bolhas de ar provocadas pela instalação de uma rede (fig.133) sobre o vidro de dupla camada e gravado a jacto de areia. Outra técnica criada pelo artista Sven Palmqvist, um dos grandes inventores da vidraria sueca dos anos 50, apresenta efeitos de mosaico e é denominada de *ravenna*<sup>92</sup>. Os vidreiros nórdicos mantêm a tradição do vidro “Graal”, que confere às obras uma picturalidade e uma profundidade específicas.

Na vidraria finlandesa de Nuutajärvi, com Kerttu Nurminen, e nas vidrarias suecas de Orrefors, com Anne Nilsson, e Kosta-Boda, com Ulrica Hydmann Vallien que baptizou o seu próprio método de “Kabale”.

#### 7.5.4.5. Incalmo

O método "incalmo" consiste em dispor em andares numa mesma peça duas ou mais massas de vidro de cores diferentes. Esta técnica exige muita delicadeza ao soprar duas partes separadas que são seguidamente abertas, modeladas e medidas até à obtenção de uma circunferência estritamente idêntica.



Fig. 134 - Garrafas “Incalmo”. Tapio Wirkkala. Oficina Venini, 1966, Itália. Fonte: <http://www.designboom.com/world/venini/wirkkala/index.htm>

<sup>91</sup> Visto em <http://www.idverre.net/bases/index.php>, 8/10/2006.

<sup>92</sup> Visto em, [http://www.modernity.se/Designer/122/Sven\\_Palmqvist.aspx](http://www.modernity.se/Designer/122/Sven_Palmqvist.aspx), 5/07/2006

Seguidamente estas são unidas pelos dois vidreiros que se apresentam rigorosamente de frente, um com o outro, a fim de operar uma perfeita sutura dos bordos. A operação pode ser repetida se necessário, para acrescentar uma terceira cor, "a doppio incalmo".

Esta técnica excepcional, que exige artesões experientes, apareceu em Veneza no século XVI. O incalmo faz parte das técnicas de destreza manual que se transmitiram por toda a Europa. Dos anos 40 aos 60 do século XX, os mestres vidreiros de Venini, fizeram uma especialidade com magníficos vasos "incalmo" para Carlo Scarpa, "a doppio incalmo" para Riccardo Licata ou Thomas Stearns bem como para o desenhista finlandês Tapio Wirkkala (fig.134).

#### 7.5.4.6. Marqueterie

Emile Gallé, mestre vidreiro, foi o primeiro a conferir às suas peças (fig.135) o estatuto de objecto de arte e desenvolveu uma técnica baptizada de "marqueterie". Esta técnica é baseada na "mistura de camadas de vidro semifundidas num corpo semiderretido"(O'Neill, 1990: 56).

Este método de decoração, que recupera o vidro multicolor gravado, é objecto de uma patente de invenção emitida a 12 de Agosto de 1898; na qual consta a seguinte citação: "*...já imaginou também não apenas sobrepor vidros, mas inserir-se a quente na massa vidrosa no estado pastoso, fragmentos, lâminas ou pequenas massas, de espessura e formas variáveis, quer a nú quer coberta de outros vidros.*"<sup>93</sup>



Fig. 135 -Vaso "La nature", cristal soprado à "marqueterie". Emile Gallé, 1900. Museu da Escola de Nancy. Fonte: <http://annuaire.idverre.net/>

A inserção de camadas é às vezes superficial e nivelada em relação à massa que serve de base, podendo ser também penetrante ou mesmo completamente perfurante.

A decoração é obtida através do desgaste e corte das camadas exteriores, e pela inserção de pedaços de vidro coloridos, preparados previamente, às vezes gravados ao

<sup>93</sup> Visto em [http://annuaire.idverre.net/4daction/encyclo\\_aff\\_tech/38/-1, 8/10/2006](http://annuaire.idverre.net/4daction/encyclo_aff_tech/38/-1, 8/10/2006).



torno ou a ácido, em camadas duplas com folhas metálicas ou cobertas de “patine”. Os pedaços de vidro são depositados à pinça na massa de vidro que é “marmoreada”, aquecida e remodelada até à sua total integração. Uma das dificuldades básicas é posta pelo coeficiente de dilatação diferente de cada pedaço, o que pode provocar tensões e rachas.

Esta técnica ambiciosa, complexa e arriscada, oferecerá paradoxalmente a Gallé um modo de expressão mais livre. Os seus maiores criadores tiram à marqueterie a sua força poética e a sua beleza realmente inovadora.

#### **7.5.4.7.Lamelas – chapinhas**

A técnica de decoração posta em prática sob esta denominação por Daum consiste em colar a quente chapinhas de vidro extremamente finas (fig.136) para criar zonas de cor destinadas a serem gravadas a frio. Evita a manufactura de um vidro multicolor e economiza longas e inúteis etapas de gravura. Embora apresentando um parentesco com a técnica “marqueterie”, Daum não pretende rivalizar com esta e não prossegue os mesmos objectivos.



Fig. 136 - Vidro multicolor, esmaltes, gravura a ácido e à roda e aplicações de plaquetas. Daum, 1910. Museu das Belas Artes, Nancy.

#### **7.5.4.8.Murrines e millefiori**

É sob o termo de "murrine"<sup>94</sup> que são designados, em italiano, os segmentos de varas de vidro estirado policromático, seccionados em pequenos discos, originando minúsculos motivos concêntricos, geométricos ou figurativos, aos contornos de cores

<sup>94</sup> Visto em [http://annuaire.idverre.net/4daction/encyclo\\_aff\\_tech/43/-1](http://annuaire.idverre.net/4daction/encyclo_aff_tech/43/-1) , 8/10/2006

muito variadas, mais ou menos complexas. O termo figurado "millefiori"<sup>95</sup>, "millefleurs", designa mais especificamente fragmentos que se inspiram junto ao vocabulário floral (Tait, 1995: 163), e que frequentemente foram utilizados por exemplo para as decorações de pisa-papéis e a palavra "tessere"<sup>96</sup> que designa segmentos quadrangulares.

Os “murrines” e os “millefioris” são obtidos através de um espesso rolo de vidro formado de largas bandas de duas ou três camadas de cores estiradas, enroladas e modeladas a quente sobre o mármore; este cilindro formado de cores sobrepostas é aquecido e seguidamente coberto por um outro vidro (Tait, 1995: 219). Para dar forma, um segundo “pontel” permitirá estirá-lo simultaneamente em direcções opostas até ao diâmetro desejado (Tait, 1995: p.220). Esta técnica é elaborada e necessita do emprego de vários moldes de diversas formas. Assim, por um motivo “millefiori”, o vidreiro colhe primeiro a massa de vidro que é prensada num molde cónico aberto, esboçando o núcleo da futura vara. Após a extracção do molde, volta-se a cobri-la com uma outra camada de vidro reintroduzindo-a num molde ligeiramente mais largo e diferente do anterior.



Fig. 137 - Artistas estiram o vidro com dois *pontil* para a produção de murrines. The Studio. Museu do Vidro de Corning, Nova Iorque. Fonte: <http://www.cmog.org/>

Repete-se este processo mais vezes utilizando progressivamente moldes cada vez maiores e de perfis diferentes. Por último, o conjunto é aquecido, rolado sobre o mármore e estirado com a ajuda de dois “pontéis” (fig. 137), até à obtenção de um filamento de vidro de vários metros de comprimento. Esta será cortada em murrines ou millefioris (Tait, 1995: 220). Posteriormente são utilizados como elementos decorativos integrados na massa vítrea das peças (figs. 138 e 139) de soflagem e outras.

<sup>95</sup> Visto em <http://en.wikipedia.org/wiki/Millefiori> , 8/10/2006.

<sup>96</sup> Visto em [http://annuaire.idverre.net/4daction/encyclo\\_aff\\_tech/43/-1](http://annuaire.idverre.net/4daction/encyclo_aff_tech/43/-1) , 8/10/2006



Fig. 138 – Pisa-papéis "aurore". *Millefiori* na massa do vidro. Cristalaria de Saint Louis, França. 2000. Fonte: <http://annuaire.idverre.net>



Fig.139 - Vaso de murrine. Massimo Nordio. 1997. Murano. Museu das Artes Decorativas, Paris. Fotografia - Laurent Sully Jaulmes. Fonte: <http://annuaire.idverre.net>

#### 7.5.4.9. Mosaico e *vetro a murrine*

A partir da Antiguidade, os vidreiros romanos inventaram o vidro mosaico, composto de segmentos de varas de vidro, dispostos sobre um apoio seguidamente fundidos e termoformados (Tait, 1995: 221).

Os vidreiros renacentistas italianos, inspirando-se no aspecto estético do mosaico, inventaram no fim do século XV outra técnica decorativa, o "vetro a murrine"<sup>97</sup>.

Esta técnica, tal como o vidro filigrana, pratica-se a quente e consiste na integração na massa de vidro transparente ou monocromática colhida com a cana, os murrines dispostos sobre um apoio de cerâmica e soprar de seguida o conjunto para dar uma forma definitiva.

No seguimento das descobertas arqueológicas do fim do século XIX, o técnico e perito Vincenzo Moretti da *Compagnia di Venezia e Murano*<sup>98</sup>, distinguiu esta técnica com honra em 1878. Giuseppe Barovier cita, que nos anos 20, o mestre de obra Umberto Bellotto realizava obras com decorações refinadas de brilhante policromia.

Com o "vetro a murrine" (fig.140) permanece uma tradição artística inigualável dos vidreiros venezianos, como atestam nos anos posteriores à Segunda Guerra Mundial as peças de Ercole Barovier ou Renato Toso.

A Veneza, dos artistas como Massimo Nordio (fig.141) ou Cristiano Bianchin revisitando a tradição em obras extremamente sedutoras e refinadas. O japonês Yoichi



Fig 140 - *Vetro a murrine* Ercole Barovier , 1948. Barovier & Toso.

Fonte: [http://www.barovier.it/novecento/barovier\\_toso/ercole\\_barovier.htm](http://www.barovier.it/novecento/barovier_toso/ercole_barovier.htm)



Fig 141 - Luxor. *Avventurina murrine*. Massimo Nordio,

Fonte: <http://www.massimonordio.com>

<sup>97</sup> Visto em [http://www.900divetro.it/tecnicheVetro.asp?Id\\_tecnica=8](http://www.900divetro.it/tecnicheVetro.asp?Id_tecnica=8), 8/10/2006.

<sup>98</sup> Visto em <http://www.silvercollection.it/muranoglass.html>, 8/10/2006.

Ohira, veneziano de adoção, colabora com o mestre Carlo Tosi, compondo ele mesmo os seus murrines (fig.142) para elaborar peças que combinam elegância, simplicidade, a tradição clássica de Veneza e a estética formal do Japão.

#### 7.5.4.10. Pintura intercalar

Técnica de pintura do vidro que consiste em intercalar uma decoração pintada entre duas camadas de vidro. É praticada em três etapas sucessivas alternando fases de aquecimento e arrefecimento.

Inicialmente a peça é soprada para depois ser decorada a frio com esmaltes, ou com pintura que resista a temperaturas elevadas. Por último é coberta por uma camada de vidro transparente que encerra a superfície pictural, dando-lhe um aspecto acabado e brilhante. Entre os iniciadores deste método, está Emile Gallé seguido pela companhia de Burgun, Scherer & Co.

Os irmãos Daum registaram a patente da invenção intitulada "decoração intercalar a alto fogo" a 23 de Junho de 1899 em Paris, patente essa, que não se limita à pintura mas associa-lhe outras formas de decoração internas como a gravura, definindo a técnica que viria a inspirar os vidreiros escandinavos do Graal. A decoração intercalar (fig.143), que Daum apresentou em 1900, com grande destaque, na Exposição Universal de Paris, permaneceu como uma técnica experimental sendo rapidamente abandonada, por ser



Fig 142 - Vaso "Cosmos", vidro soprado à mão com murrines e inserções. 2003. Yoichi Ohira. Italy. Fonte: <http://www.wexlrgallery.com/artists/secondary/ohira/index5.php>



Fig. 143- Vidro multicolor, vitrificação em pó, aplicações, pintura de esmalte. Daum, 1900. Museu das Belas Artes. Nancy. Fonte: <http://annuaire.idverre.net>

demasiado perigosa e cara.

Um melhor domínio dos processos técnicos deste método complexo despertou mais recentemente o interesse dos vidreiros escandinavos como a artista Ulrika Hydmmann-Vallien, nas suas peças designadas por Kabale<sup>99</sup>.

#### 7.5.4.11. Vidro ( craquelé) rachado

Esta técnica de decoração consiste em dar deliberadamente ao vidro um aspecto de superfície fendida e áspera.

A massa de vidro ainda maleável é mergulhada em água fria, intercalando com a soflagem, permitindo criar uma rede de fendas que aumentam no decurso das operações de reaquecimento e das operações sucessivas de soflagem. Estas devem ser efectuadas com tacto e precaução para poder conservar a decoração. O aspecto definitivo é semelhante ao gelo ou à água congelada, e é bem caracterizado pelo termo inglês "ice-glass"(fig.144) e paralelamente aos termos "crackle-glass" e "racha".

Um outro método, dito "overshot", permite obter um efeito mais ou menos similar. Consiste rolar a massa de vidro ainda maleável numa camada de vidro esmagado, disposto sobre o "mármore".

O efeito de fenda permanece na superfície enquanto a camada interna do vidro apresenta-se lisa.

Este método foi desenvolvido em Veneza numa série de peças muito elegantes do século XVII antes de ser conhecido em toda a Europa. Mais tarde caiu em desuso sem ser



Fig. 144 - Vase à la mante religieuse et à la cigale. Vidro soprado, craquelé, esmaltado com aplicações a quente. Emile Gallé, 1880. Museu da Escola de Nancy.  
Fonte: <http://annuaire.idverre.net>

<sup>99</sup> Visto em <http://www.riihimaki.fi>, 8/10/2006

totalmente esquecido. Redescoberto no século XIX pelo britânico, Apsey Pellat, caracteriza igualmente o estilo original do vidreiro François-Eugène Rousseau (1827-1890) e algumas bonitas peças de Ernest Lèveillé (1841-1913), o seu colaborador e sucessor.

#### 7.5.4.12. Aventurine

Aventurine é um vidro que tem uma aparência que cintila muito devido à presença interna de cristais metálicos que reflectem a luz (fig.145). O seu nome deriva do carácter hipotético do seu sucesso como notou Giovanni Darduin (1585-1654) no seu jornal: "chamam-no aventurine, porque é obtido mais pelo acaso do que pela aplicação de um método científico." É conhecido igualmente sob o nome de *stellaria*.

O vidro aventurine apareceu apenas no século XVII, os seus inventores parecem ser a família dos Miotti, vidreiros de Murano que conservaram durante muito tempo o segredo do seu fabrico.

Este vidro é obtido acrescentando cobre ou ferro no vidro em fusão e cozendo-o muito lentamente no forno numa atmosfera redutora. O cadinho é quebrado para libertar blocos de aventurine. Devido às finas partículas de cobre que contém, possui um aspecto precioso e destinava-se, sobretudo, à confecção de botões e brincos de argola.

Este tipo de vidro conheceu um imenso sucesso, caindo em desuso no fim do século XVII. Foi redescoberto por Pietro Bigaglia, em 1845, que reanimou igualmente a técnica do vidro filigrana.

O vidro aventurine continua hoje a fazer parte da grande tradição veneziana, mas não desperta interesse nos criadores contemporâneos.



Fig 145 - Alain Guillot, Taça em vidro com pé alto; decoração "à retorti" com aventurine. Fotografia Studio Cerfav.  
Fonte: <http://annuaire.idverre.net/ENCYCLODTECH/index.shtml>

#### 7.5.4.13. Inclusões de folhas metálicas – prata e ouro

Pode-se utilizar finas folhas de metal, ouro ou prata, para criar uma decoração única dentro da massa de vidro. Estas folhas podem ser gravadas com uma decoração figurativa ou floral e colocadas entre duas camadas de vidro como nas técnicas antigas dos vidros romanos de fundo duplo, os vidros gravados da Boémia e de dupla camada do século XVIII.

Esta técnica pratica-se essencialmente a frio, desde os primeiros vidros romanos. Mas estas folhas metálicas podem ser integradas a quente e igualmente fundidas na massa de vidro, que se dispersam então em finas partículas que flutuam na massa vítrea, formando uma decoração abstracta. Ao soprar a massa vítrea as superfícies do metal rasgam-se, em parcelas de ouro ou prata com contornos imprecisos e com fendas muito decorativas. Esta técnica decorativa ancestral foi desenvolvida a partir da Antiguidade, na Mesopotâmia e em todas as civilizações clássicas, antes mesmo da invenção da soflagem como testemunham os frascos de perfume fenícios, realizados de acordo com a técnica de revestimento sobre o núcleo.

Após o período medieval em que desapareceu, a inclusão de folhas de ouro foi redescoberta em Veneza aquando da Renascença, onde foi utilizada igualmente além das técnicas de vidro filigrana ou rachado.

No século XX, em França foi utilizada em certas peças de Daum, dos anos 20. Na mesma época, foi usada em Veneza, nas criações de Napoleone Martinuzzi para Venini.

Nos anos 30, nos objectos sóbrios de Carlo Scarpa com a folha de ouro combinada à "sommerso".



Fig. 146 - Kyohei Fujita, *Boîte Réminiscence on the school of Ripa*, 1984. Paris. Museu das Artes Decorativas. Fotografia - Laurent Sully Jaulmes.  
Fonte: <http://annuaire.idverre.net/>



Nos anos 40-50 nas criações de Ercole Barovier para Barovier & Toso e nas peças policromáticas com folha de ouro de Giulio Radi para a AVEM, *Arte Vetraria Muranese*, empresa criada por um grupo de designers do vidro que tinha como objectivo criar objectos assimétricos.

A inclusão de folhas de ouro é característica do estilo refinado das caixas (fig.146) ornamentais sopradas pelo vidreiro japonês Kyohei Fujita. O artista Yann Zoritchak<sup>100</sup>, evoca igualmente o universo interestelar de certos trabalhos de vidro modelado e fundido, como a série das "flores celestiais".

#### 7.5.4.14. Vidro bullé

Método de decoração que consiste em criar voluntariamente bolhas gasosas na massa de vidro. As bolhas em geral são consideradas como um defeito do vidro mal refinado e caracterizadas frequentemente como vidro “antigo”. No entanto podem ser provocadas deliberadamente, quer controlando a temperatura de fusão do vidro a fim de obter um vidro antigo, quer utilizando diversos métodos de acordo com o efeito desejado.



Fig.147 - Vidro “pulegoso” soprado. Carlo Scarpa. Venini. 1934. Fonte: [http://www.900divetro.it/dettaglioVetro.asp?id\\_vetro=24&id\\_foto=38](http://www.900divetro.it/dettaglioVetro.asp?id_vetro=24&id_foto=38)

<sup>100</sup> Yan Zoritchak, mestre do vidro, natural de Zdiar na Eslováquia. Visto em <http://www.idverre.net/place-des-arts/zoritchak/texte4.html>, 5/06/2006

Pode-se introduzir grãos de soda entre duas camadas de vidro, para produzir inclusões de gás carbônico. As bolhas às vezes são irregulares devido ao estiramento aquando da soflagem.

Emile Gallé, conhecedor dos recursos técnicos do vidro, criou uma subtil "vidraria falante" que ilustra este tipo (fig.147) de decoração com frases como: "a chuva na bacia faz bolhas".



Fig.148 - Daum, 1939. *Coupe à large col rabattu festonné*, Cristal incolore bullé com soda. Nancy. Museu das Belas Artes.  
Fonte: <http://annuaire.idverre.net/>

Maurícia Marinot, mestre vidreira da Arte Déco, provou ter uma grande predilecção por este vidro “antigo” e pela “arte bullage”, que leva uma extrema sofisticação, como por exemplo no seu “bullage”, também conhecido como "caviar". É seguida nesta tendência por numerosos vidreiros do mesmo período, como Daum na sua produção dos anos 20, com um vidro bullé acompanhado de pintura intercalar. Em Itália pode-se mencionar nos mesmos anos Carlo Scarpa e o seu vidro de dupla camada à "bollicine" com folhas metálicas, mas sobretudo Napoleone Martinuzzi com as suas criações originais para Venini & C, em vidro dito "pulegoso"<sup>101</sup>, matéria tornada opaca pela profusão de pequenas bolhas "puleghe" que contém.

<sup>101</sup> Visto em [http://www.900divetro.it/tecnicheVetro.asp?Id\\_tecnica=14](http://www.900divetro.it/tecnicheVetro.asp?Id_tecnica=14), 14/10/2004.

### 7.5.5. Esmalte em pó

Esta técnica foi muito utilizada, entre 1900 e 1914, pelos irmãos Daum. Os Daum, desenvolveram um método chamado de "vitrificação do esmalte"<sup>102</sup>, que visa criar uma camada superficial (fig.149) de cor na qual serão criados motivos decorativos pela gravura a ácido e (ou) à roda, e que permite evitar o recurso à técnica mais difícil do vidro multicolor.

Pode-se utilizar o esmalte em pó de cor para aplicar sobre a massa do vidro ou à superfície. O trabalho consiste em dispor o pó sobre a mesa metálica (mármore) e rolar a massa de vidro, a fim de integrá-lo no vidro quente. Os irmãos Schneider<sup>103</sup>, vidreiros dos anos 20, utilizavam os esmaltes em pó na massa para criar uma decoração “nuagé”<sup>104</sup> às cores “flochetées”<sup>105</sup>, postas como flocos pelo toque de um pintor impressionista.

Actualmente, Marisa e Alain Begou<sup>106</sup> utilizam esta técnica de maneira pictural (fig.150) para criar verdadeiros quadros, meticulosamente elaborados por Marisa sobre o “mármore”, antes de serem colados a quente sobre a massa de vidro rolada por Alain com toda a destreza necessária.



Fig. 149 - Pormenor do *Vase balustré aux feuilles d'érable*. Vidro multicolor, pós vitrificáveis, gravura a ácido. Daum, 1901. Fonte: <http://annuaire.idverre.net>



Fig 150 - Alain et Marisa Begou. Vaso. 1988. Museu das Artes Decorativas, Paris. Fotografia de Laurent Sully Jaulmes. Fonte:

<sup>102</sup> Visto em <http://annuaire.idverre.net>, 8/10/2006

<sup>103</sup> Visto em <http://www.ysartglass.com/Otherglass/Schneider.htm>, 8/10/2006.

<sup>104</sup> Visto em [http://annuaire.idverre.net/4daction/encyclo\\_aff\\_tech/46/0](http://annuaire.idverre.net/4daction/encyclo_aff_tech/46/0), 8/10/2006.

<sup>105</sup> Idem

<sup>106</sup> Visto em <http://www.place-des-arts.fr/begou/begou-toutes.html>, 8/10/2006.

### 7.5.6. Vitrofundão – *Fusing glass*

Segundo Beveridge (2004: 80) a vitrofundão é o processo de unir dois ou mais vidros compatíveis entre si com o objectivo de elaborar uma só peça. Trata-se de um termo genérico que engloba várias técnicas cuja característica comum consiste na criação de objectos planos executados a partir da sobreposição de camadas de vidro.

Objectos termoformados por processos semelhantes à vitrofundão foram encontrados em escavações no Egipto e datados de 1500 a.C (Beveridge: 2004: 12). A técnica da termoformagem, consiste no processo de dar forma ao vidro mediante o aumento da temperatura, mas sem nunca se atingir o estado fluido (Beveridge: 2004: 92).

Os Romanos também recorreram ao mosaico de vidro (fig.151) que é um exemplo da existência da vitrofundão enquanto recurso técnico para criar objectos planos a partir da fusão de vários pedaços de vidro de cores diferentes.

Os vidreiros no século I d.C, com a invenção da soflagem, procuraram desenvolver e explorar técnicas com base na criação de novas formas e métodos de decoração, deixando de lado a vitrofundão (Beveridge, 2004: 12).

No início do século XX, durante o período da Arte Nova, houve um ressurgir de todas as técnicas relacionadas com o vidro. Contudo, só muito recentemente é que esta técnica tem alcançado popularidade constituindo uma forma de contacto com o material e



Fig.151 – Placa de mosaico com a representação da máscara de Dionísio. Provavelmente executada no Egipto, séculos I a.C. – I d.C.  
Fonte: (Beveridge, 2004: 11)



Fig.152 – A–Vitrofundão parcial (tack fusing); B–vitrofundão total (full fusing). Fonte: (Beveridge, 2004: 81)

de criação de objectos decorativos. Hoje com a evolução dos materiais e a existência de vidro plano de grande qualidade, é possível a realização de uma variedade de experiências. A vitrofusão tem sido explorada nos últimos anos, sobretudo nos Estados Unidos e na Europa.

As primeiras experiências foram realizadas pelos americanos que desenvolveram, principalmente, a fusão de vidros coloridos compatíveis. Para Beveridge (2004: 80), as técnicas de vitrofusão baseiam-se no controle da temperatura permitindo a vitrofusão parcial (tack fusing), a vitrofusão total (full fusing) e as inclusões. A principal diferença entre a vitrofusão parcial e a vitrofusão total radica na temperatura de trabalho atingida, parâmetro que determina o resultado e o aspecto formal da peça (fig.152). Nesta técnica também é possível incluir no vidro, durante a fusão, elementos vítreos e metálicos.

A vitrofusão é hoje uma das técnicas muito popularizadas no domínio do vidro de qualidade artística, pela facilidade de execução, existência de materiais compatíveis e também pelo controlo da temperatura através de equipamentos de medição muito precisos. Alguns artistas portugueses têm apresentado as suas criações plásticas em forma de objectos escultóricos total ou parcialmente executados em vitrofusão.



Fig.153 – Momento. Vitrofusão. Conceição Cabral. Museu do Vidro. Marinha Grande. 2001. Fonte: (in cat. Carvalho, 2001c)



Fig.154 – “Pienso em un Tigre”. Vitrofusão, vidro com inclusões, pedra e metal. Severino. Museu do Vidro. Marinha Grande. 2001. Fonte: (in cat. Carvalho, 2001c)

A artista Conceição Cabral, revela nas suas obras (fig. 153) o domínio da cor aliada à exploração formal, explorando a textura e a sobreposição das camadas de vidro colorido. Outro exemplo é Severino que recria a técnica das inclusões (fig.154) com recurso à exploração da superfície moldada (*in cat. Carvalho, 2001b*). Este conjunto de técnicas é revelador da multiplicidade de interpretações técnicas que ao longo dos tempos os artistas têm constituído como conhecimento dos materiais e de métodos de execução.

## 8. O vidro - Um contributo transdisciplinar

O vidro é um bom exemplo como o conhecimento ao longo dos tempos suscitou a evolução técnica baseada na investigação científica. O contacto mútuo entre a arte e a ciência pode permitir abordagens diferentes e complementares. O contributo da arte para estimular o interesse e a motivação pelas ciências parece estar relacionada com a aproximação de ambas as partes.

### 8.1. Formas de difusão da cultura do vidro

O vidro está presente no quotidiano, tornando-se vulgar a generalização das suas aplicações. As formas de difusão do vidro, enquanto cultura, permanecem formalmente associadas ao universo dos museus, especialmente aos museus do vidro.

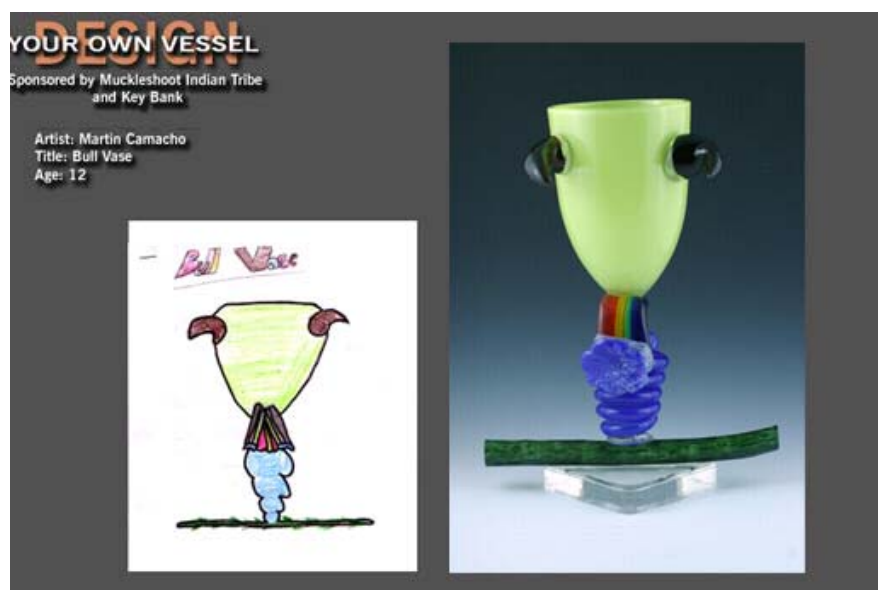


Fig 155 – Projecto desenhado por uma criança durante a visita ao museu e o objecto realizado pelos artistas do Museu do Vidro de Tacoma, Washington.  
Fonte: <http://www.museumofglass.org/programs-and-events/design-your-own-vessel/>

Nos programas de visitas destes museus, assiste-se à inclusão de cursos e workshops onde se desenvolvem actividades de âmbito artístico. Estes cursos muitas vezes inserem-se num programa mais vasto ligado ao conceito “A Day at the Museum”<sup>107</sup>, onde se procura estabelecer uma relação mais duradoura com o visitante. No Museu do Vidro de Tacoma, em Washington, os temas e as actividades exploradas no programa relacionam-se com as exposições, dando um olhar aprofundado nos conceitos e nas ideias da arte. O programa também inclui uma variedade de actividades experimentais<sup>108</sup>, para crianças e adultos, com o objectivo de proporcionar a realização de peças em vidro estimulando a criatividade e incentivando a expressão artística.



Fig.156 – Sessão “hand-on” de vidro, dirigido a grupos escolares.  
Museu Corning. Nova Iorque. Fonte: <http://www.cmog.org>

A *Fundación Centro Nacional del Vidrio*<sup>109</sup>, em Segóvia, Espanha, tem organizado desde 1990 Simpósios de Pedagogia do Vidro, e está sediada nas dependências da *Real Fábrica de Cristales de La Granja*. Nestes simpósios têm lugar discussões sobre aspectos

<sup>107</sup> Visto em <http://www.nature.com/embor/journal/v3/n6/full/embor135.html>, 30/10/2006.

<sup>108</sup> Visto em <http://www.museumofglass.org/programs-and-events/design-your-own-vessel/>, 30/10/2006.

<sup>109</sup> Visto em <http://www.fcnav.es/>, 30/10/2006.

ligados à investigação, o trabalho dos artistas, professores, empresários e formadores do mundo do vidro. Os temas abordados revelam a diversidade e a complexidade dos factores associados ao sector industrial do vidro, tais como: a crise do sector, os novos materiais, as novas tecnologias, os factores humanos, a ergonomia no trabalho, os factores estéticos e o vidro plano. Também relacionam as velhas e as novas tecnologias, a concepção do vidro soprado, as exigências do mercado actual, as novas propostas no ensino do vidro, o papel do perito ou o aprendiz de vidro como formação e as tecnologias alternativas que são desenvolvidas em diferentes países da Europa. Esta fundação também possui um laboratório de investigação e assistência técnica que reparte a sua função de apoio ao próprio centro com o apoio a entidades públicas e privadas.

Este laboratório conta com os meios necessários para a identificação de defeitos, assim como para determinar as diversas características dos vidros como as propriedades térmicas, mecânicas, ópticas e químicas. Também é possível preparar e criar fórmulas de diversos tipos de vidros, efectuando fusões experimentais e a sua caracterização físico-química.

Nas instalações da *Real Fábrica de Cristales de La Granja*, também funciona uma Escola do Vidro<sup>110</sup> onde já passaram mais de 2.500 alunos formados em diferentes disciplinas relacionadas com processos de fabricação do vidro.

Esta formação é extensiva a centros de formação fora da província de Segóvia que estabeleceram protocolos de formação com a Escola do Vidro. Em 2005 arrancou a Escola Superior do Vidro<sup>111</sup>, em Segóvia, com um vasto programa destinado a um público ligado ao sector, bem como à formação dos quadros da *Fundación Centro Nacional del Vidrio*.

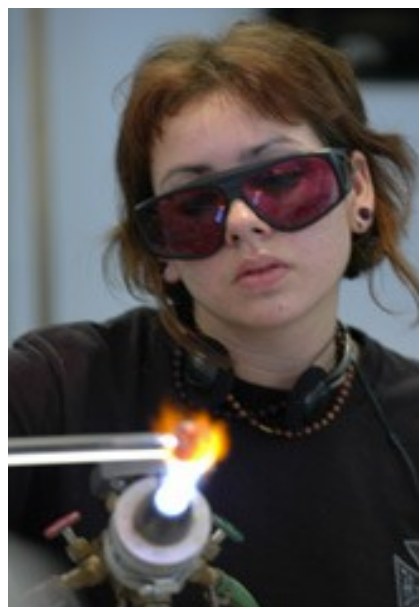


Fig.157 – Jovem modela uma vareta de vidro no bico de gás.  
Fonte: <http://www.cmog.org>

<sup>110</sup> Visto em <http://www.fcnav.es/escuela/index.html>, 30/10/2006.

<sup>111</sup> Visto em <http://www.educa.jcyl.es>, 30/10/2006.



O *Corning Museum of Glass*<sup>112</sup>, em Nova Iorque, inclui programas de visitas para escolas onde os alunos participam num estúdio de iniciação às técnicas do vidro. Numa aventura de trabalho em vidro “hands-on”, o visitante e o seu grupo podem dar forma ao vidro derretido, trabalhar com a chama, fundir partes coloridas de vidro para fazer um *suncatcher*<sup>113</sup>, ou *sandblast*<sup>114</sup> num projecto pessoal e original. O recurso à técnica da vitrofusão é muito comum e permite a realização de vários trabalhos de uma forma segura, uma vez que o executante lida somente com o vidro a frio. O museu também promove cursos de verão destinados ao público em geral onde a venda de produtos reverte para a criação de um fundo destinado a suportar novos artistas.

## 8.2. Workshop de vitrofusão

O trabalho com o vidro exige alguns cuidados devido às qualidades do próprio material. As suas arestas cortantes requerem um manuseio cauteloso, para além disso o material vítreo é submetido a altas temperaturas, e enquanto fundido pode ser derramado com consequentes queimaduras para o mais desatento.

De todas as técnicas do vidro aquelas que permitem evitar o contacto directo com o material fundido reúnem maiores condições de segurança para um aprendiz no vidro. Contudo à que ter alguns cuidados.

Os *workshops* de vitrofusão são muito populares e permitem fazer uma abordagem ao vidro de uma forma bastante segura. A proliferação de materiais previamente preparados para estas actividades permitem facilmente explorar a criatividade e a originalidade das formas. Estes *workshops* são geralmente orientados por lojas que se encarregam de vender e distribuir os materiais para o efeito. A orientação deste tipo de cursos é assegurada por um técnico (dono da loja) com conhecimentos e experiência necessários para a realização em segurança e com sucesso. Em Portugal existe a loja “Tons Pastel”, em Espinho, próximo do Porto, que realiza *workshops* de vitrofusão, popularmente designados por “fusing”. Esta loja fornece todos os materiais necessários para a realização deste tipo de trabalhos em vidro.

---

<sup>112</sup> Visto em <http://www.cmog.org/>, 30/10/2006.

<sup>113</sup> Espécie de prato em vidro colorido com relevo, resultante de uma moldagem com pressão. Visto em <http://crystalrivergems.com/products/glass/suncatcher/pages/6.htm>, 30/10/2006.

<sup>114</sup> Visto em <http://www.fusionglass.co.uk/sandblast.html>, 30/10/2006.

### 8.3. A compatibilidade dos vidros

A vitrofusão caracteriza-se pela possibilidade de fundir vários pedaços de vidro resultando numa única peça, tendo como condição fundamental a compatibilidade do material. Segundo Beveridge (2004: 58) o conceito de compatibilidade baseia-se no comportamento de dois ou mais vidros postos em contacto e cozidos. Dois vidros revelam-se compatíveis se, depois de concluído o ciclo de cozedura, não apresentarem tensões internas, que poderiam provocar a desunião das partes. Assim sendo, considera-se que a compatibilidade constitui a capacidade que os vidros possuem para se unirem (Beveridge, 2004: 58).

Na vitrofusão utilizam-se vidros planos que são submetidos à cozedura podendo ou não assumir formas curvas ou simplesmente permanecer planos. As várias qualidades de vidro plano resultam de diferentes processos de fabrico, de composições distintas e que revelam comportamentos diferentes sobre a acção do calor. Assim sendo, é necessário conhecer os diferentes tipos de vidro, os seus coeficientes de dilatação e o comportamento de cada um durante a cozedura.

Vidro planos	Coeficiente de Dilatação ( $\alpha_{i(20^{\circ}-400^{\circ}\text{C})} \cdot 10^7$ )	Temperatura em °C				
		Fusão Completa	<i>Tack Fusing</i>	Para curvar	Arrefecimento	
					<i>Annealing point</i> (Superior)	<i>Strait point</i> (Inferior)
<i>Bullseye</i> <sup>115</sup>	90	780°	745°	650°	510°	460°
<i>Uroboros</i> <sup>116</sup>	90	780°	745°	650°	510°	460°
<i>Float</i>	85	830°	770°	680°	530°	480°
<i>Spectrum</i> <sup>117</sup>	96	770°	740°	640°	470°	440°
<i>Murano</i> <sup>118</sup>	104	760°	730°	630°	500°	440°

<sup>115</sup> Visto em [http://www.bullseyeglass.com/pdfs/technotes\\_tipsheets/TechNotes\\_03.pdf](http://www.bullseyeglass.com/pdfs/technotes_tipsheets/TechNotes_03.pdf), 13/11/2006.

<sup>116</sup> Visto em <http://www.uroboros.com/glassspecs2.php>, 13/11/2006.

<sup>117</sup> Visto em <http://www.system96.com/Pages/FiringGuideF.html>, 13/11/2006.

<sup>118</sup> Visto em <http://en.hobbyland.it/default.cfm?URLid=scheda&cod=2506&cat=92>, 13/11/2006.

Tabela 7 – Quadro comparativo de temperaturas dos vários tipos de vidros planos utilizados na vitrofusão.

A utilização de vidros com coeficientes muito diferentes pode potenciar o surgimento de tensões internas que resultam em forma de gretas e linhas de ruptura (Beveridge, 2004: 59). Na tabela 7, são apresentados os coeficientes de dilatação de diferentes tipos de vidro plano utilizados na vitrofusão, bem como, o comportamento viscoelástico de cada um durante todo o processo de cozedura.

O coeficiente de dilatação afecta a compatibilidade dos vidros essencialmente durante a primeira parte do ciclo de cozedura, desde a temperatura ambiente até ao ponto de tensão. Por seu turno, a viscosidade interfere na compatibilidade desde o ponto de tensão até ao ponto de temperado. A diferença de viscosidade afecta a compatibilidade do vidro, sendo um vidro menos viscoso que outro, ocorrerão tensões entre ambos durante a fase de temperado. Para Beveridge (2004: 59), a associação dos parâmetros do coeficiente de dilatação e da viscosidade combinados permitem uma compensação de erros. Assim sendo, para que os vidros com distintos níveis de viscosidade se tornem compatíveis, os coeficientes de dilatação deverão ser diferentes. Segundo Beveridge (2004: 59), dois vidros diferentes serão compatíveis se as tensões produzidas pelas mudanças de viscosidade forem contrariadas pelas tensões geradas pelas alterações de dilatação. Isto é, se a tensão existente entre ambos os vidros, provocada pelos seus distintos níveis de viscosidade, e a compressão gerada pela dilatação tiverem o mesmo valor, as duas tensões anulam-se (Beveridge, 2004: 59). Esse fenómeno explica o motivo pelo qual os vidros com parâmetros bastante díspares se revelam compatíveis.

#### **8.4. Temperatura de vitrofusão**

É através de um controlo rigoroso da temperatura que se consegue modificar a estrutura do vidro. O ciclo de cozedura do vidro em qualquer que seja a técnica deverá obedecer a uma série de fases previamente estabelecidas que deverão ser cumpridas. De uma forma geral todos os ciclos de cozedura do vidro são compostos por uma sequência de fases de aquecimento e de arrefecimento. Segundo Beveridge (2004: 62) o ciclo de cozedura é o resultado da correcta combinação de dois parâmetros, a temperatura e o

tempo. Qualquer alteração no ciclo ou numa das fases é suficiente para por em risco o trabalho que se pretende realizar.

O ciclo de cozedura, como indica o gráfico 8, é iniciado com uma fase de aquecimento lento do vidro até este atingir o ponto de tensão (strait point) de forma a evitar o choque térmico. Neste ponto o nível de viscosidade do vidro é o mais elevado em todo o ciclo (Beveridge, 2004: 63). Ultrapassado o ponto de tensão, é elevada a temperatura rapidamente com o objectivo de evitar a desvitrificação, atingindo o ponto de trabalho.

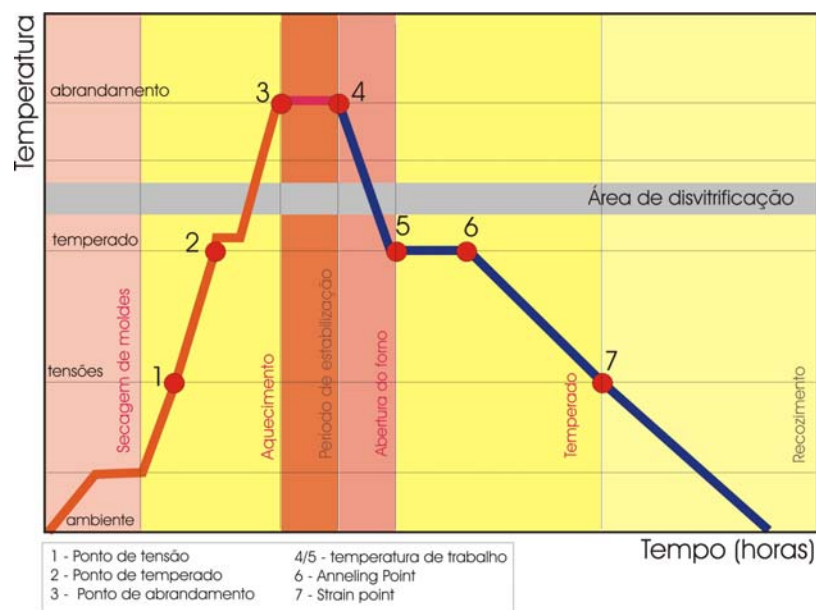


Gráfico 7 – Ciclo de cozedura do vidro. Fonte: (Beveridge, 2004: 62)

O ponto de abrandamento é definido pela temperatura em que o vidro rapidamente se deforma com o seu peso, de forma visível e adere a outras superfícies. A viscosidade do vidro diminui e tornando-o mais fluido (Beveridge, 2004: 63). É na temperatura de trabalho que o vidro atinge a viscosidade mais baixa em todo o ciclo. O ponto de trabalho depende da técnica empregue, bem como das necessidades de cada objecto. A temperatura será maior se, por exemplo, se pretender a vitrofusão total (full fusing). Como refere Beveridge (2004: 63), após dar a forma ao objecto este é sujeito a um arrefecimento rápido, para evitar a desvitrificação, até atingir o ponto de temperado (annealing point).

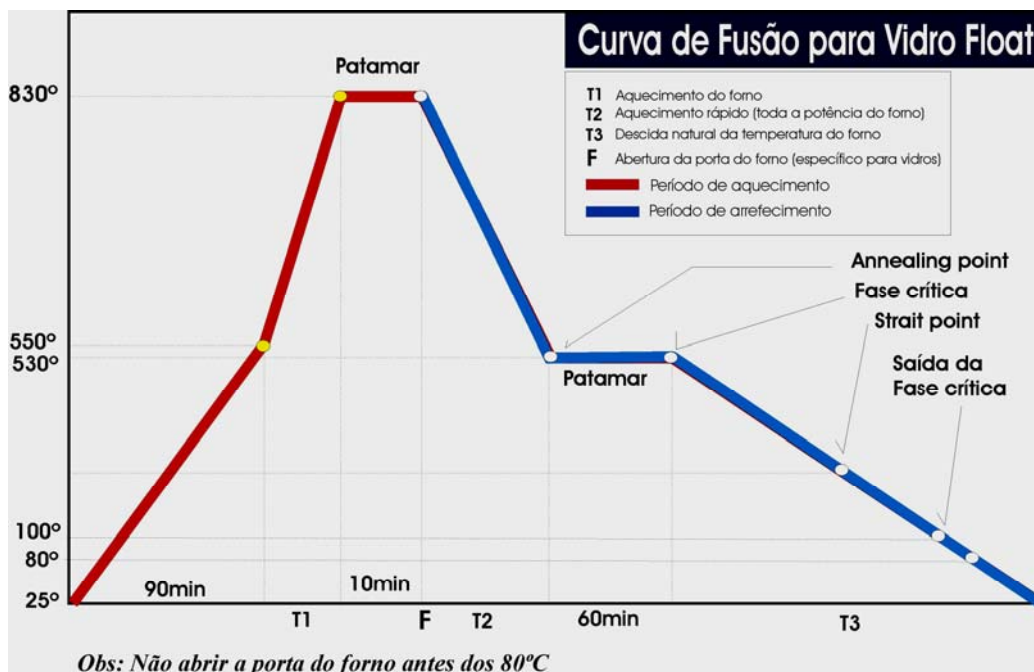
É neste ponto que o vidro inicia a fase lenta de recozimento em que as tensões internas são eliminadas mediante a estabilização reticular. O recozimento termina ao

atingir o ponto de tensão (strait point) (Beveridge, 2004: 63). Segue-se um arrefecimento controlado até o vidro atingir a temperatura ambiente. Em função dos diferentes tipos e composições de vidro as fases de cozedura podem ter ligeiras alterações tanto nas temperaturas como no tempo necessário para serem cumpridas (Beveridge, 2004: 65).

### 8.5. Ciclo de cozedura do vidro float em vitrofusão

Fazer vitrofusão significa fundamentalmente construir um novo vidro juntando diversas peças que em contacto com o calor se transformam numa só e de um modo irreversível. Conhecer o ciclo de cozedura de um determinado vidro é fundamental para se obter bons resultados.

O vidro *float* é um vidro sodocálcico (Navarro, 1985: 147) plano de produção industrial obtido através de um banho de estanho em fusão. Este vidro por ser de fácil aquisição em qualquer vidraria é muito utilizado na vitrofusão. O vidro *float*, como se refere na tabela 7, tem características distintas dos outros tipos de vidros planos. A temperatura do ponto de trabalho é a mais alta, apresentando uma viscosidade elevada e um coeficiente de dilatação menor. Este vidro como os mencionados na tabela, tem um gráfico de cozedura próprio (gráfico 8) que permite assegurar a realização de um trabalho de qualidade.



<p><i>Annealing point</i> = etapa em que o vidro liberta tensões <i>Strait point</i> = etapa em que se evitam tensões permanentes Temperatura de arrefecimento superior = <i>annealing point</i> Temperatura de arrefecimento inferior = superar lentamente o <i>strait point</i>.</p>
--

Gráfico 8 - Curva de fusão para o vidro *float*. Fonte: (Beveridge, 2004: 62)

Durante as fases do ciclo de cozedura do vidro *float*, destaca-se um aquecimento lento de 90 minutos até atingir o ponto de tensão de temperado, seguido de uma aceleração no aquecimento até atingir o ponto de trabalho à temperatura de 830 °C que se manterá durante 10 minutos em regime de patamar.

De seguida provoca-se um arrefecimento brusco, com recurso à abertura do forno, até atingir o ponto de temperado, mantendo nessa temperatura durante 60 minutos e permitindo ao vidro a estabilização reticular necessária. Prossegue-se então o arrefecimento controlado para evitar tensões, e atinge a temperatura ambiente no fim de sucessivas etapas de arrefecimento até poder ser retirado do forno próximo da temperatura ambiente.

## 8.6. Os materiais e equipamentos

Para fazer vitrofusão é possível reunir um conjunto variado de materiais vítreos, ferramentas, instrumentos e outros materiais que pelas suas características permitam a obtenção de um resultado esperado. Também existe um conjunto de ferramentas para corte, desbaste, fixação (cola), lâmpadas UV, alicates, separador (desmoldante), moldes, etc.

Na vitrofusão utilizam-se vidros transparentes, coloridos e compatíveis entre si. Existe uma variedade de vidros no mercado cuja compatibilidade já está testada (tabela 7). A utilização do vidro *float* como base plana para a deformação térmica, permite realizar trabalhos com bastante sucesso e de baixo custo, uma vez que é fácil de encontrar em qualquer vidraceiro. Para além disso, há distribuidores de materiais devidamente testados para serem utilizados na vitrofusão, como por exemplo, as fritas (grãos de vidro de cor), os fios de vidro (*stringers*), folhas muito finas de metais (cobre, ouro e prata) e de contas *millefiori*.

## 8.6.1. Equipamentos

### 8.6.1.1.O recurso à lâmpada UV

A lâmpada UV excita a fluorescência dos materiais provocando a emissão imediata da energia recebida sob a forma de diferentes radiações de comprimento de onda (Beveridge, 2004: 47). Embora a radiação UV seja invisível, os seus efeitos permitem observar a olho nú a fluorescência de determinados materiais.

O vidro *float* é produzido através de um processo com recurso a um banho em fusão de estanho. Um dos lados do vidro durante a face em que adquire a forma plana entra em contacto com o estanho.

Devido à presença do estanho na superfície do vidro, este fica mais propenso a perder o brilho e transparência e a ocorrer a desvitrificação quando submetido novamente a aquecimento, neste caso à vitrofusão. A desvitrificação pode ser evitada se a face estanhada estiver em contacto com vidro e não com a atmosfera do forno. Para tal, é necessário identificar a face estanhada expondo-a à lâmpada UV. Na vitrofusão a face estanhada é voltada em contacto com um molde quando se pretende decorar a outra face ou então voltar as faces estanhadas de duas lâminas uma contra a outra, mantendo as faces não estanhadas para fora.

### 8.6.1.2.O forno

Para se realizar trabalhos de vitrofusão podemos recorrer à utilização de uma *mufla* eléctrica, forno utilizado para cozer cerâmica. As características dos fornos eléctricos são



Fig. 158 – Identificação do lado estanhado do vidro *float* através da exposição à lâmpada UV.



muito semelhantes, variando a dimensão do forno e a disposição das resistências eléctricas no seu interior. É importante que o forno esteja equipado com um termoprocessador ou controlador digital (fig. 160).

---

O controlador admite ser programado para executar um ciclo de temperaturas que respeita a curva de cozedura de forma inteiramente automática (Beveridge, 2004: 50).

O forno de vitrofusão deverá permitir uma distribuição homogénea do calor sobre toda a superfície das peças em fusão. É também importante uma perfeita planometria do forno, caso contrário as peças podem deslocar-se dos moldes não permitindo uma forma rigorosa e perfeita. No interior de um forno de vitrofusão, a forma como estão colocadas as resistências eléctricas é determinante no resultado e na uniformização da fusão em toda a superfície do forno.

O calor numa *mufla* (Fig.136) é debitado pelas resistências colocadas lateralmente, e assim as arestas das peças que estão do lado das resistências recebem calor mais depressa do que o resto da peça. Neste caso, não será conveniente fazer peças muito grandes, pois quanto maior for a peça maior o risco de se partir.

Os fornos ideais para vitrofusão são do tipo “arca” (fig.161). Estes modelos possuem uma abertura superior e total, permitindo um melhor acesso ao seu interior. O facto de

Fig.159 - Forno eléctrico de abertura frontal com elementos de aquecimento na parede fundeira, nas laterais, na barra e na porta. Fonte: (Beveridge, 2004: 49).



Fig.160 - Controlador digital de temperatura do forno. Fonte: (Beveridge, 2004: 50)



Fig.161 - Forno de vitrofusão do tipo arca. Fonte: (Beveridge, 2004: 49)



possuírem resistências na tampa assegura uma distribuição mais homogênea do calor.

### **8.6.1.3. Os moldes e separadores**

Os moldes de vitrofusão apresentam características específicas. Tratando-se de uma superfície que dá forma a uma lâmina de vidro que sob o calor se deforma ligeiramente caindo sobre o molde por gravidade (queda-livre). Os moldes podem ser de vários materiais. Os mais comuns são em cerâmica refractária, termicamente mais estáveis.

Existe uma variedade de formatos à venda sendo as formas mais comuns: o anel e a elipse para queda livre, ovalado, circular ou curvo para termoformado. Também é possível fazer os próprios moldes

recorrendo a placas de fibra de vidro compactadas que podem ser escavadas e cortadas com um x-acto.

Estes moldes carecem de uma preparação com uma substância endurecedora que ao ser submetida ao calor aumenta a resistência do próprio molde. O vidro fundido adere inevitavelmente a qualquer superfície não tratada. Por isso as placas refractárias, os moldes ou superfícies de suporte terão de ser cobertas de uma película de um produto anti-aderente. A este produto chama-se separador. Consiste num pó branco muito fino composto por silicatos, alumina hidratada, caulino, cálcio e outros agentes como aglutinantes e a bentonite, uma argila resultante da alteração de cinzas vulcânicas (Beveridge, 2004: 37).

Geralmente é diluído em água e aplicado ligeiramente espesso sobre as superfícies de ferro ou metal.

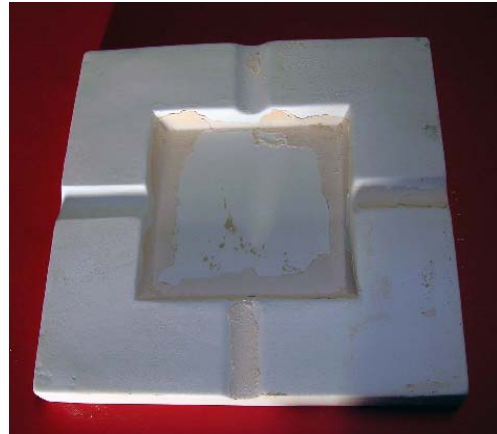


Fig.162 - Molde em cerâmica refractária com vestígios de separador com uma ligeira cor rosa.

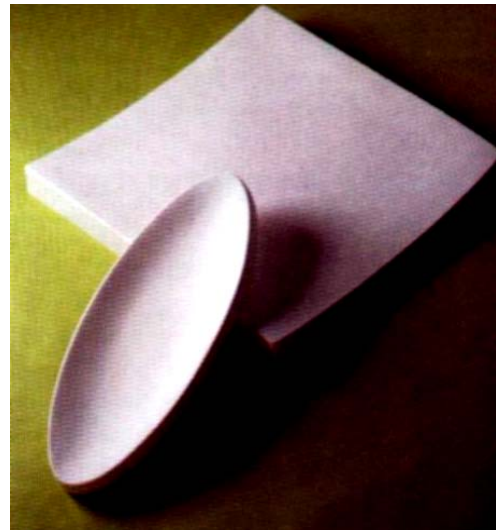


Fig. 163 - Molde em cerâmica refractária para vitrofusão. Fonte: (Beveridge, 2004: 48)

Também é usual recorrer ao talco – silicato de magnésio - como separador para a cozedura, puro ou misturado com água ou álcool. No caso da temperatura de fusão ultrapassar os 800 °C é usado o caulino (Beveridge, 2004: 37). Nos moldes e superfícies que não são revestidas com separador, ocorre a aderência do vidro com consequentes danos para a peça e o molde.

#### 8.6.1.4. Materiais decorativos

Na vitrofusão a decoração decorre da aplicação de vários tipos de materiais, por deposição, pintura, colagem, inclusão ou gravação. Esses materiais podem ser vidro ou de metal. Há uma considerável variedade de materiais devidamente testados e compatíveis que permitem a obtenção de bons resultados através de técnicas de pintura e decoração bastante simples. Esses materiais já se encontram à venda em pequenas lojas que se dedicam à animação de pequenos *workshops* sobre vitrofusão.

Eis alguns desses materiais:

##### *Esmaltes líquidos*

Preparado à base de vidro finamente pulverizado com uma substância solvente (*white spirit*) para aplicação sobre o vidro com um pincel.



Fig. 164 – Esmaltes líquidos  
Fonte: <http://www.almadovidro.eu>

##### *Fritas*

Vidro triturado com vários tipos de granulometrias que constitui a composição base das pastas de vidro. Podem ser utilizados isoladamente como elementos decorativos em fusões.



Fig. 165 – Esmaltes líquidos  
Fonte: <http://www.almadovidro.eu>

### *“Escamas”*

Fragmentos de vidro muito fino para aplicar sobre um vidro que irá ser submetido à fusão.



Fig. 166 – “Escamas”

Fonte: <http://www.almadovidro.eu>

### *“Stringer”*

Fio de vidro de várias espessuras e cores variadas que permitem criar linhas de vidro sobre um objecto de vidro.



Fig. 167 – “Stringers”

Fonte: <http://www.almadovidro.eu>

### *Pasta de vidro*

Preparado de vidro triturado com água ou com uma solução de cola que forma uma pasta espessa. Pode ser aplicado sobre o vidro ou no interior de moldes que irão ao forno.



Fig. 168 – Pasta de vidro.

Fonte: <http://www.almadovidro.eu>

*Folhas metálicas: alumínio, ouro, cobre, estanho.*

Os metais podem ser incorporados no vidro intercalando entre vidros. O comportamento do metal face ao aumento da temperatura e à compatibilidade com o vidro permite obter uma variedade de efeitos decorativos.



Fig. 170 – Folhas metálicas: alumínio, ouro, cobre, estanho.  
Fonte: (Beveridge, 2004: 39)

*Malha e fio de arame (ferro).*

Da mesma forma que as folhas metálicas também é possível integrar outras formas metálicas de várias espessuras como fios e redes metálicas.



Fig. 171 – Malha e fio de arame (ferro).  
Fonte: (Beveridge, 2004: 38)

*Peneiro, pincéis e pinças.*

O recurso a pequenos peneiros, pincéis e pinças permitem a filtração de impurezas indesejáveis na preparação dos esmaltes ou pastas, bem como método de aplicação de finas camadas de pó sobre as peças. As pinças possibilitam o manuseamento de grãos e remoção de partículas depositadas sobre a superfície a decorar.



Fig. 172 – Peneiro, pincéis e pinças  
Fonte: <http://www.almadovidro.eu>.

### *Meio Oleoso*

Óleo usado como solvente e meio para pintar. Também é usado como fixador de pedaços de vidro, escamas ou fritas.

### *Meio aquoso*

Líquido aquoso que se adiciona às pastas de vidro e pigmentos. Actua também como solvente.



Fig. 173 – Embalagem de meio oleoso ou aquoso.  
Fonte: <http://www.almadovidro.eu>

### **8.6.1.5. Equipamento de apoio e protecção**

Para realizar trabalhos em vitrofusão é também necessário um conjunto de instrumentos e ferramentas de apoio, que permitem trabalhar em segurança como cortadores e riscadores em diamante, alicates para facilitar o corte (fig.174), óculos de protecção, esmeril para acabamento dos bordos, lixas para acabamento e quebrar arestas cortantes e luvas de protecção (fig.175).

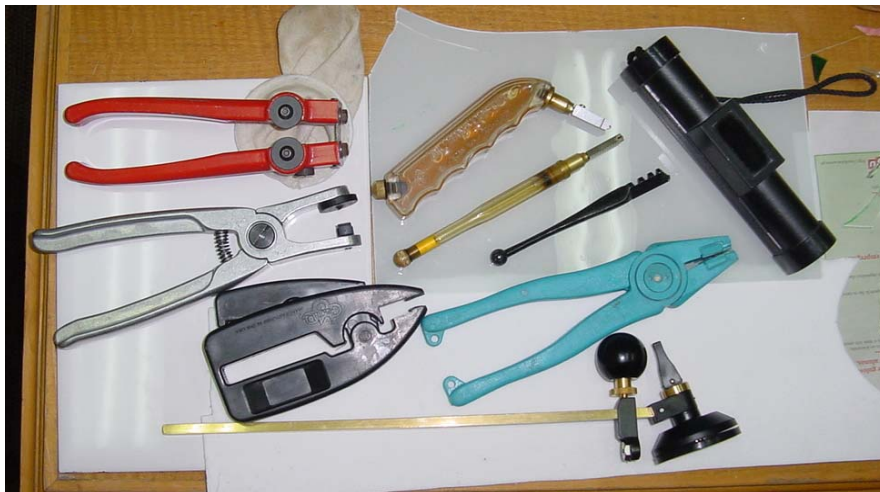


Fig. 174 – Lâmpada de UV, alicates e cortadores (diamante) de vidro.



Fig. 175 – Óculos e luvas de protecção. Fonte (Beveridge, 2004: 54)

## 8.6.2. Algumas técnicas decorativas da vitrofusão

### 8.6.2.1. Inclusões metálicas

Na vitrofusão recorre-se à inserção de folhas e partículas metálicas e de outros elementos resistentes à temperatura de fusão do vidro. Como exemplo, pode-se inserir entre duas lâminas de vidro *float* de 3 m/m, folhas de ouro ou cobre bastante finas.

O vidro é de seguida levado ao forno sob um molde e sujeito a uma curva de aquecimento até atingir o ponto de trabalho. Após o arrefecimento controlado é então retirado do forno revelando o material completamente enclausurado no vidro.

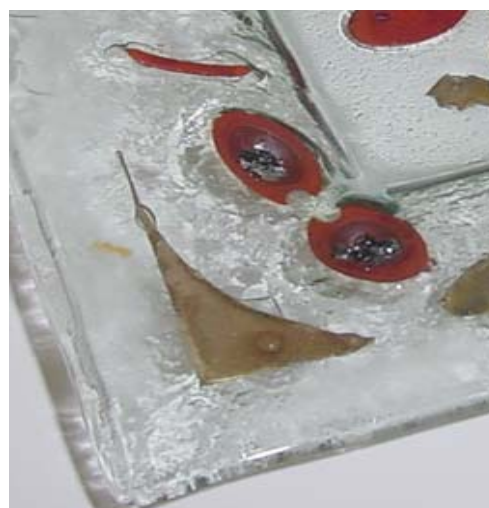


Fig. 176 – Prato de vitrofusão com inclusões de cobre.

### 8.6.2.2.Esmaltes polvilhados

Utiliza-se um vidro de 3 mm e com uma máscara feita de cartolina polvilha-se o esmalte com a ajuda de um passador. Retira-se a máscara e cobre-se com esmaltes de outras cores. Deve-se começar pelas cores mais claras indo progressivamente para as mais escuras. Concluída a decoração, coloca-se um outro vidro de 3 mm por cima e voltando o trabalho para se conseguir ver os efeitos. Polvilhamos a placa refractária e o molde com separador, coloca-se o trabalho em cima do molde e dentro do forno para coser.



Fig. 177 – Aplicação de esmalte em pó através de um coador e uma máscara de cartão (A). Prato com cavidade redonda decorado com esmaltes polvilhados entre vidros (B).

### 8.6.2.3.Esmaltes diluídos

Prepara-se a tinta para vidro (óxidos + solvente) com a ajuda de uma espátula nas cores pretendidas adicionando vinagre como solvente. As tintas depois de devidamente diluídas com a ajuda de uma espátula são aplicadas sobre um vidro de 3 mm com recurso ao pincel ou à espátula e sobre o lado estanhado do vidro *float*. A camada de tinta deve ser espessa e uniforme. Para se contornar ou sobrepor a tinta esta deve já estar seca (fig. 178). Posteriormente é colocado o segundo vidro com o lado estanhado virado para a decoração. Coloca-se no molde com o separador e submete-se a um ciclo de cozedura para o vidro *float*.





Fig. 178 – Preparação de tinta para vidro, através de óxidos diluídos em vinagre (A). Trabalho executado com recurso à aplicação de tintas para vidro (B).

#### 8.6.2.4. Sobreposição de vidros, Fritas, Escamas (confetti) e Stringers

Recorre-se a um vidro de 6 mm no qual se executa um desenho sobrepondo vidros coloridos, *fritas*, *escamas* ou *stringers* sobre o lado não estanhado. Utiliza-se o óleo médio para ajudar a fixar os elementos de vidro. Depois de seco é colocado sobre o molde com separador e vai ao forno.



Fig. 179 – Decoração do vidro *float* através da sobreposição de escamas e *stringers* de várias cores. Antes de cozer (A); Depois de cozer (B).

#### 8.6.2.5.Pasta de vidro

Com base num vidro *float* de 6 m/m aplica-se a pasta de vidro com uma espátula sobre o lado não estanhado do vidro, criando os efeitos pretendidos. Pode-se utilizar um pente, o dedo, ou outro objecto, podendo ainda recorrer-se a uma seringa para criar relevos.

Após a secagem, o aspecto é baço e espesso. De seguida é colocado sobre o molde no forno e coze de acordo com a curva de fusão para o vidro *float*.



Fig. 180 – Aplicação de pasta de vidro sobre uma lâmina float (A). Resultado após cumprir a curva de cozedura para vidro float (B).

#### 8.6.2.6.Esmaltes líquidos

Os esmaltes para vidro têm uma consistência idêntica a uma esmalte sintético vulgar. É diluído através de um diluente sintético forte, *white spirit*, que permite criar consistências variadas. O esmalte é aplicado sobre o lado não estanhado de um vidro de 6 m/m com a ajuda de um pincel. Para sobrepôr as cores deve-se deixar secar a primeira camada. Para criar efeitos e transparências utiliza-se um estilete de metal para remover ou raspar o esmalte do vidro, fazendo assim, pequenos desenhos ou mesmo escrevendo algo. Após a cozedura pode-se observar que o esmalte foi completamente integrado na superfície do vidro mantendo-a lisa e brilhante.

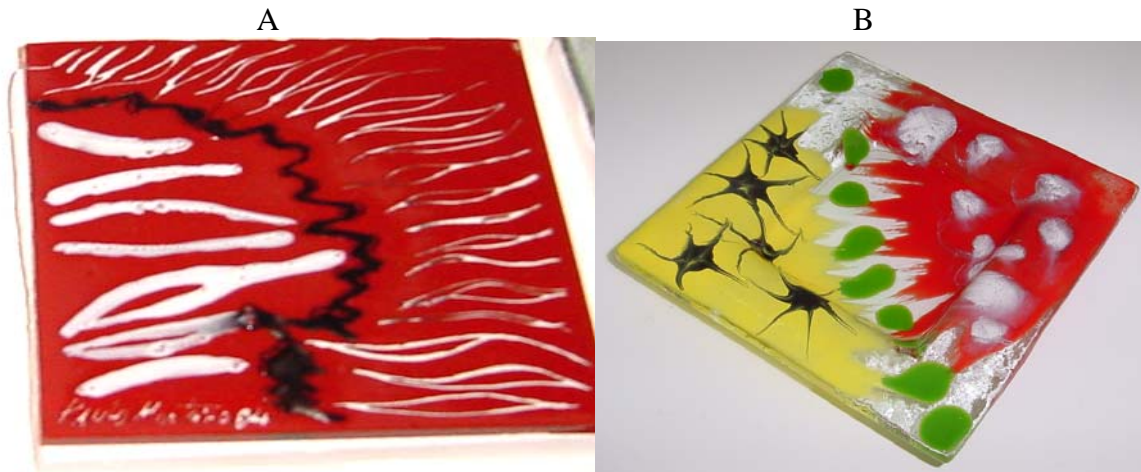


Fig. 181 – Aplicação de esmaltes líquidos sobre um vidro (A). Resultado de um trabalho idêntico após ser sujeito à curva de cozedura para vidro float (B).

### 8.6.2.7. Bijutaria

Pode-se utilizar qualquer uma das técnicas acima descritas em pequenos vidros, recorrendo a papel de fibra refractária ou fibra de vidro para obter pequenas aberturas. A utilização de vidros coloridos com efeitos decorativos permite explorar sobreposições e obter fusões recorrendo a *stringers* e grãos de vidro.



Fig. 182 – Pequenos pedaços de vidro coloridos sobrepostos com um filamento de fibra de vidro intercalado (A). Resultado após ser sujeito à curva de cozedura para vidro float (B).

### 8.6.2.8. Deformações com Fibra de vidro

O vidro pode ser moldado com um volume considerável a partir de “manta” de fibra de vidro moldada para determinar o volume da cavidade a obter entre os dois vidros. Colocando a fibra sobre a placa refractária, o vidro sobreposto, ao fundir, toma a forma e o volume da fibra entre os vidros. Após o arrefecimento, a manta é retirada da cavidade formada na peça. Assim, podem-se moldar pequenas figuras como peixes, monogramas, etc.

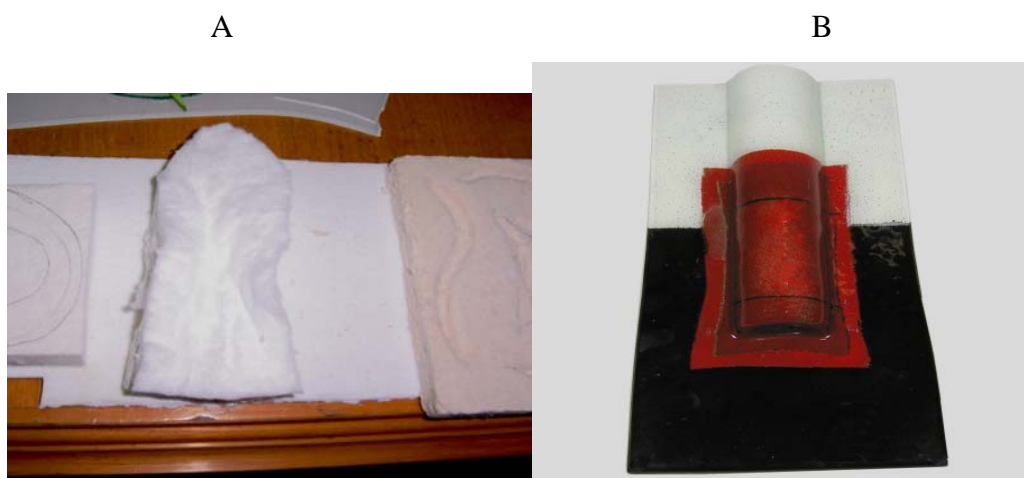


Fig. 183 – Manta de fibra de vidro (A). Jarra termoformada com recurso a um volume criado através de manta de fibra de vidro para criação da cavidade.

## 9. *Do vidro se faz Arte* – oficina de formação

O contacto com o vidro, a história, a manufactura de objectos de vidro e as técnicas de fabrico foram os argumentos que me levaram à concepção de oficinas de formação para docentes dos vários níveis de ensino básico promovidas no âmbito da formação contínua de professores pelo Centro de Formação de Oliveira de Azeméis nos anos de 2004 e 2005. Essas acções de formação (anexo 1), de 25 horas de duração, visaram fundamentalmente:

- a) promover o conhecimento do vidro no domínio da cultura regional e nacional;
- b) conhecer o valor do património cultural do Concelho de Oliveira de Azeméis como centro de produção vidreira;
- c) conhecer e aprofundar os conhecimentos no domínio da produção de objectos de vidro;

d) promover e sensibilizar para a cultura através de actividades lúdico - expressivas com a produção de objectos de vidro.

Os conteúdos abordados permitiram o enquadramento histórico e técnico do vidro realçando a importância do vidro para o desenvolvimento das civilizações, no domínio da arte e da ciência.

Fez parte do conteúdo destas oficinas a introdução às propriedades do vidro realçando a viscosidade, a temperatura de transição, o comportamento quando aquecido (coeficiente de dilatação), a composição e a compatibilidade entre vários tipos de vidro. Foram também apresentados métodos de fabrico industrial e artesanal, destacando os equipamentos e materiais a utilizar durante as sessões práticas como o forno (mufla), o vidro *float*, os instrumentos de apoio ao trabalho (óculos de protecção e luvas), materiais cortadores (riscador de diamante, alicates) e uma variedade de materiais em vidro que permitiam obter efeitos decorativos através da pintura ou inclusão.

Recorrendo a vários moldes feitos de fibra de vidro em placas foram realizados objectos de vidro através da técnica da termoformagem.

Outros materiais essenciais como pincéis, separador (caulino) e a lâmpada de UV foram frequentemente utilizados. Foi realizada uma visita de estudo ao Museu do Vidro da Marinha Grande e uma à fábrica Jasmim onde se assistiu ao trabalho inteiramente manual do vidro através de uma equipa que laborava através da técnica da soflagem.



Fig. 184 – Experiências com vidros. Docentes em formação contínua.



Fig. 185 – Laboração ao vivo na fábrica Jasmim. Docentes em formação contínua.

As acções não se restringiram apenas a docentes das áreas relacionadas com as artes, abrindo-se também a experiência a docentes do Pré-escolar, do 1º ciclo e de outros grupos disciplinares do 2º, 3º ciclos do Ensino Básico e Secundário.

A avaliação teve em conta o empenho, a assiduidade, a relação com o grupo, a aplicação das técnicas e o resultado final dos trabalhos. Nas fichas de análise crítica dos trabalhos realizados (anexo 2), instrumento de autoavaliação, é colocada a questão sobre o contributo da actividade para a mudança das práticas na sala de aula. A generalidade dos formandos revelou adequação e pertinência nos assuntos abordados, sendo facilmente adaptados a projectos interdisciplinares (Leite, 2001: 69) através da metodologia de trabalho de projecto que segundo Leite (2001: 68) as relações entre saber e experiência e entre aquisições escolares e situações da vida real se fortalecem.

A vitrofusão pode servir como eixo integrador de um conjunto de interesses em torno do vidro e que podem ser explorados e pesquisados por alunos em variadíssimas áreas disciplinares e na área curricular não disciplinar, Área de Projecto, onde os alunos poderão desenvolver actividades integradoras de diferentes saberes, nomeadamente através de realização de um projecto (Cortesão; Leite; Pacheco, 2001: 25).

A actividade da vitrofusão pode responder à concepção de currículo integrado (Leite, 2001: 67) reforçando a participação e a co-responsabilização dos diferentes actores educativos. Alguns formandos reconheceram na actividade da vitrofusão, uma forma de diversificar as práticas educativas na promoção de um ensino onde o aluno é um agente activo na sua aprendizagem.

O vidro é um tema que facilmente estabelece referenciais com o património e história local. A região a norte do distrito de Aveiro identifica-se com um passado fortemente ligado à indústria vidreira, cujas populações participaram na já extinta actividade.

A actividade de vitrofusão também responde aos anseios de animadores socioculturais em ATL – Actividades de Tempos Livres - possibilitando a dinamização de actividades com utilização de materiais diversificados. A aquisição de novas técnicas e ferramentas promoverá o desenvolvimento da criatividade, da compreensão e valorização do património cultural e o meio envolvente.

Durante a *3rd International Conference on Hands on Science*, que decorreu de 4 a 8 de Setembro de 2006 na Universidade do Minho em Braga, foi realizada uma

sensibilização (fig. 186) intitulada *Glass Fusing: An Art and Science Connection* inserida nas actividades “Hands on”.



Fig. 186 – Aspecto geral do stand: *Glass Fusing: An Art and Science Connection* no “Hands on”.

A mostra de materiais para a realização de actividades de vitrofusão na sala de aula, bem como, os aspectos técnico e científicos a abordar, permitiu dar ênfase ao processo de ensino/aprendizagem voltado para o aprender/fazendo, acentuando o seu cariz experimental.



Fig. 187 – Visitantes no “Hands on” observam os materiais expostos.

Durante o evento foram vários os professores e alunos (fig.187) da área das ciências, mais em particular de Ciências Físico-Químicas do 3º ciclo do Ensino Básico e

Secundário, que se mostraram curiosos e interessados pela actividade da vitrofusão, pelos materiais expostos e informações técnicas.

Um conjunto de pequenos cartões com termos técnicos, auxiliavam a explicação e o entendimento de conteúdos científicos (fig. 188). Devido à falta de condições técnicas no local não foi possível a realização das actividades inicialmente previstas para os visitantes, ficando-se apenas por uma explicação técnica com a realização de um ensaio de fusão que permitiu aos visitantes observar o estado do vidro quando aquecido à temperatura de 830 °C (gráfico 8).



Fig.188 – Cartões com explicações técnicas no “Hands on”.



## Conclusão

A investigação realizada para este trabalho permitiu uma leitura de aspectos relevantes associados ao contributo do vidro para o desenvolvimento da civilização humana em várias culturas. Como material, o vidro, está relacionado com um conjunto de conceitos científicos que parece possível serem abordados a partir de um objecto de arte em vidro e das suas técnicas de fabrico. A singularidade do vidro, as suas qualidades como material plástico durável, que pode ser trabalhado com funções utilitárias mas também artísticas, evidencia uma cultura própria, resultado de um longo período de evolução. Desta forma, o vidro está presente na história das grandes civilizações, ocupando um lugar de destaque e de exclusividade, dada a sua raridade e o seu elevado preço durante muitos anos. Pela sua durabilidade, permite também conhecer e apreciar peças de culturas e civilizações antigas, algumas das quais já desaparecidas, sem terem sofrido grande alterações ou estragos.

O controle exercido por quem detinha o poder sobre a manufactura do vidro realça a importância dada a este material em várias culturas em diferentes épocas da história.

O conhecimento e o desenvolvimento das técnicas de fabricação permitiram melhorar e aperfeiçoar a qualidade do vidro que viria a ser incorporado em instrumentos ópticos, telescópios e microscópios, permitindo aos cientistas a observação de um mundo invisível ao olhar.

Apesar de antigo, o vidro hoje está presente na tecnologia mais avançada, no revestimento das naves espaciais ou mesmo na electrónica e nos semi-condutores. A tecnologia associada às comunicações é suportada através da existência de pequenos *microchips* de silício que exemplificam a sofisticação da aplicação do vidro na era das comunicações e da sociedade do conhecimento. À medida que a ciência desenvolve o conhecimento dos materiais surgem novas aplicações para o vidro revelando uma longa e contínua utilização.

Na sociedade actual, o vidro não necessita de apresentações, está em todo o lugar, não constituindo, na sua maior parte, motivo para deslumbramento ou surpresa. A excepção, são as peças de Arte do vidro, sobretudo as que permitiram a artistas como

Gallé, Daum e Lalique, expressarem-se de uma forma marcante e que perdurarão pela sua individualidade e qualidade artística, sendo cada vez mais valorizadas e procuradas.

A sua longa história de evolução, é actualmente difundida através dos museus do vidro. Estes espaços reúnem colecções de objectos de vidro que permitem contar a história do vidro manufacturado e industrial. São muitos os artistas que se notabilizaram na criação de obras de arte em vidro.

Existem vários museus no mundo dedicados à temática do vidro. Em Portugal, o Museu do Vidro da Marinha Grande, único no género, é ainda muito jovem e apresenta uma exposição voltada para a perpetuação da memória industrial local, revelando colecções de objectos em vidro e seus criadores. Em paralelo proporciona o visionamento de um filme sobre as origens da indústria vidreira portuguesa, especialmente sobre o vidro da Marinha Grande. Há museus do vidro internacionais que enquadram nas suas exposições um conjunto mais vasto de actividades destinadas a manter o visitante ligado e participativo. Dentro dessas actividades destacam-se os ateliers e *workshops* de vidro, que promovem contacto com os materiais e técnicas, aliadas ao sentido estético e à criatividade.

Uma técnica do vidro bastante popular é a vitrofusão. É possível fazer uma iniciação à vitrofusão em pequenos ateliers. Esta técnica recorre à utilização de fornos eléctricos intermitentes com baixo custo de funcionamento. A existência de uma vasta gama de materiais permite a “artistas” da vitrofusão compreender melhor os princípios e as propriedades físicas do vidro. Para além disso é-lhes proporcionado uma experiência que resulta num objecto de valor artístico.

A técnica da vitrofusão é frequentemente ensaiada em escolas, nos ateliers de Arte, em Educação Visual e Tecnológica e Oficinas de Artes. A afectação da vitrofusão ao campo das artes, quer pela sua dimensão técnica ou estética, não pode ser encarada com exclusividade. Os docentes das Ciências Físico-Químicas podem, no entanto, recorrer à vitrofusão como factor de motivação e de interesse acrescido nos alunos pelos aspectos científicos do vidro aliados à sua dimensão estética. O mesmo também poderá ser feito nas disciplinas de História e de Geografia, relacionando os aspectos ligados à história das civilizações antigas, às rotas comerciais e à identificação e localização de grandes centros de produção vidreira. No Ensino Básico, na área curricular não disciplinar Área de Projecto, perspectiva-se o desenvolvimento de projectos interdisciplinares, onde os

aspectos da investigação/acção podem ser equacionados no tema do vidro e com recurso à vitrofusão. Neste sentido, existe a possibilidade do vidro constituir objecto de estudo na sala de aula.

Neste trabalho também foram reveladas pistas de exploração para futuras investigações como a implicação dos óxidos na cor do vidro e outras aplicações tecnológicas do vidro, nomeadamente na saúde, na tecnologia aeroespacial e nas comunicações.

Durante os vários séculos em que foi trabalhado o vidro, encontramos muitas vezes a partilha de discursos visuais, técnicos e científicos na manufactura das peças, na sua utilização, nas suas diferentes abordagens. Esta investigação não esgota o tema da ligação entre a Arte e a Ciência através do vidro, mas poderá permitir outras vias de aprofundamento e estudo, que não foram possíveis neste trabalho.

## Bibliografia referenciada:

APAI, Associação Portuguesa de Arqueologia Industrial (1989). *O vidro em Portugal*: catálogo da exposição no Museu Nacional de Arte Antiga, Lisboa. 75 p.

BEVERIDGE, P., DOMÉNEC, I. e PASCUAL, E. (2004). *O Vidro – Técnicas de trabalho de forno*, Editorial Estampa, Coordenação de Eva Pascual, Lisboa. 160 p.

BORN, M. (1969) *Física Atómica*, 4ª edição, Edição de Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa. 557 p.

BRITANNICA, Encyclopædia - CD 2000 De Luxe Edition ©, Encyclopædia Britannica, Inc. 1994-2000.

CARVALHO, C. (2001a) *Maria Helena Matos - Retrospectiva*. Catálogo Exposição no Museu do Vidro, Câmara Municipal da Marinha Grande.

CERUTTI, C. (1989) *Artes Decorativas do Século XX*, Tradução João Luiz Gomes da versão italiana de 1985, Editorial Presença, Lisboa. 82 p.

CORTESÃO, L.; LEITE, C.; PACHECO, J.A. (2001). *Projecto: Uma inovação interessante?* Lisboa: DES.

COSTA, M. P. S. (1994). *O Centro Vidreiro do Norte de Portugal*, UL-VÁRIA, Arquivo de Estudos Regionais, Tomo I, Oliveira de Azeméis, pp. 95-132

CRAMER, Michael. *Jenaer Glas: A Story Made of Glass*, Tea Muse, Agosto, 2003, em [http://www.teamuse.com/article\\_030801.html](http://www.teamuse.com/article_030801.html).

DERCOURT, J., PAQUET, J. (1985) *Geologia – Objectos e métodos*. Versão original de 1981, Editor: Livraria Almedina, Coimbra. 375 p.

DICIONÁRIO DA LÍNGUA PORTUGUESA, Porto Editora, 2006.

DOREMUS, R. H. (1994) *Glass science*. Inter-Ciência de Wiley, NY. P. 1-10; 339p.

DOUGLAS, R. W. (1972) *A history of glassmaking*. Wiley-Interscience London. 205 p

LEITE C.; GOMES, L.; FERNANDES, P. (2001). *Projectos Curriculares de Escola e de Turma – Conceber, gerir e avaliar*. Edições ASA, 3ª edição, PORTO. 72 p.

MACEDO, B., AREZ, Ilda, COUTINHO, M.A., BASTO, C.P., FRASCO, A.F. (1989) – *Vista Alegre – Porcelanas*. Edições INAPA, Imprensa Nacional Casa da Moeda, E.P.

MARCILHAC, F. (1994) *René Lalique - maître- verrier, Analyse de l'oeuvre et catalogue raisonné*, nouvelle édition complétée et mise à jour, Les éditions de l'amateur, Paris. 1063 p.

MCLELLAN, G. W., SHAND, E.B. (1984) *Glass. Engineering Handbook*, McGraw-Hill., New York, p.21, p.

MELO, J. M. C. (1970) *Indústria do vidro*. Livraria Aillaud e Bertrand, Lisboa. 232 p.

MENDES, J.A. (2002) *História do Vidro e do Cristal em Portugal*, Coleção História da Arte, Edições Inapa, Medialivros, SA. Lisboa. 156 p.

- MONTEIRO, P. (2004) *Do Vidro se Faz Arte, Curso de Formação*, Dossier e relatório do formador. Acção 17/2004, CCPFC/ACC-32018/03, Centro de Formação de Oliveira de Azeméis, Escola Secundária Ferreira de Castro, Oliveira de Azeméis. 7 p.
- NERI, A. (1980) *L'arte vetraria. Riproduzione anastatica dell'edizione originale - 1612*. A cura di Rosa Barovier Mentasti. Edizioni Il Polifilo. Milano. 230 p.
- NEUEFEIND, J., LISS, K. D. (1996) - *Bond angle distribution in amorphous germania and silica*, Visto em [http://arxiv.org/PS\\_cache/chem-ph/pdf/9603/9603004.pdf](http://arxiv.org/PS_cache/chem-ph/pdf/9603/9603004.pdf), 19 Mar 1996
- O'NEILL, A. (1999) *Introdução às Artes Decorativas*, Editorial Estampa, Lda. Lisboa. 143 p.
- OPPENHEIM, A. L. (1988) *Glass and Glassmaking in Ancient Mesopotamia*. The Corning Museum of Glass Press, Corning London. 242 p.
- PAUL, A. (1990) *Chemistry of Glasses, Second Edition*, Chapman & Hall, Londres, 367 p.
- RIBEIRO, M. Q., HALLETT, J. (1999) *Os Vidros da Dinastia Mameluca no Museu Calloute Gulbenkian*, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa. 143 p.
- SCAGLIONI, O. (1988) *L'Industria del Vetro, per contenitori e "table-ware"*. Faenza Editrice, Faenza. 259 p.
- SELBY, J.E. (1997) *Introduction to Glass Science And Technology*, The Royal Society of Chemistry. Cambridge. 244 p.
- TAIT, H. (1999) *Five Thousand Years of Glass, British Museum*, First Edition (1995), London. 256 p.
- VARSHNEY, A.K. (1994) *Fundamentals of Inorganic Glasses*, Academic Press, Inc.. Harcourt Brace & Company, Publishers, Nova York. 570 p.
- WEDLER, G. (2001) – *Manual de Química Física*, Tradução portuguesa da 4ª edição, alemã de 1997, Serviço de Educação e Bolsas, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa. 1070 p.
- ZARZYCKI, J. (1991) *Glasses and the vitreous state*, Cambridge Solid State Science Series, Cambridge. p.10, 505 p.
- ZERWICK, C. (1980) *A Short History of Glass*, Corning Museum, New York. 95 p.

## **Sites consultados:**

<http://www.hobbyland.eu/eng/url/&URLid=catalogo&ID=27>, visto em 12/03/2007

<http://gallery.sjsu.edu/chartres/home.html>, visto em 12/03/2007

<http://www.ac-nancy-metz.fr/pres-etab/aiscobam/Myriam/HTM/DAUM.htm>, visto em 12/03/2007

<http://www.almadovidro.eu/detalhes.php?id=2750&o=stock>, visto em 19/11/2006

<http://www.artarena.force9.co.uk/sass1.htm>, visto em 12/03/2007

<http://www.britannica.com/eb/article-9034588/flint-glass>, visto em 12/03/2007

<http://www.britannica.com/eb/article-9064335/ruby-glass>, visto em 12/03/2007

[http://www.businesswest.co.uk/pooled/profiles/BF\\_COMP/view.asp?Q=BF\\_COMP\\_49818](http://www.businesswest.co.uk/pooled/profiles/BF_COMP/view.asp?Q=BF_COMP_49818), visto em 12/03/2007

<http://www.cebrace.com.br/Telas/Produtos/Float.asp>, visto em 19/11/2006

<http://www.cmog.org>, visto em 12/03/2007

<http://www.cristallalique.fr>, visto em 12/03/2007

[http://www.greatbuildings.com/buildings/Chartres\\_Cathedral.html](http://www.greatbuildings.com/buildings/Chartres_Cathedral.html), visto em 12/03/2007

[http://www.ibravir.com.br/produtos/pisos/pisos\\_modelos.htm](http://www.ibravir.com.br/produtos/pisos/pisos_modelos.htm), visto em 19/11/2006

[http://www.ibravir.com.br/produtos/telhas/telhas\\_encaixe.htm](http://www.ibravir.com.br/produtos/telhas/telhas_encaixe.htm), visto em 19/11/2006

<http://www.insecula.com/oeuvre/O0014079.html>, visto em 4/10/2006.

<http://www.jurubeba.it/vetri/vetro/vetroantico.htm>, visto em 12/03/2007

<http://www.labellepoque.de/artists.htm>, visto em 4/10/2006

<http://www.rc.unesp.br/musudpm/rochas/magmaticos/>, visto em 12/03/2007

<http://www.revista-temas.com/contacto/NewFiles/Contacto6.html>, visto em 12/03/2007

[http://www.saint-gobain-vidros.com.br/vidro/frame\\_vidro2.htm](http://www.saint-gobain-vidros.com.br/vidro/frame_vidro2.htm), visto em 12/03/2007

[http://www.santamarinavitrage.com.br/conc\\_01.htm](http://www.santamarinavitrage.com.br/conc_01.htm), visto em 19/11/2006

<http://www.uark.edu/campus-resources/metsoc/techweb.htm>, visto em 12/03/2007

## ANEXOS

## Anexo 1



Do Vidro se Faz Arte – Curso de Formação

Modalidade:	Curso de Formação	Número de Horas:	25
Destinatários:	Educadores de Infância e Professores do Ensino Básico		
Formadores:	Paulo Monteiro		
Local de Realização:	CenForAz – Escola Secundária Ferreira de Castro		

Objectivos:

- Conhecer a importância do vidro no domínio da cultura regional e nacional;
- Conhecer o valor do património cultural do Concelho de Oliveira de Azeméis;
- Conhecer e aprofundar os conhecimentos no domínio da produção de objectos em vidro;
- Produzir objectos em vidro;
- Promover e sensibilizar para a cultura através de actividades lúdico expressivas.

Conteúdos:

- Módulo I** - Abordagem teórica, com recurso aos meios multimédia, ao Património Cultural de Oliveira de Azeméis, numa perspectiva de reconhecimento e enquadramento do seu valor regional e nacional. - 3,5 horas
- Módulo II** – Visita de Estudo ao Museu do Vidro “Boémia”, em Oliveira de Azeméis - 3,0 horas
- Módulo III** – Introdução aos materiais e técnicas de fusão de vidro – 3,0 horas
- Módulo IV** – Sessão prática em oficina
- Ensaio 1 (primeiro trabalho) – Desenvolvimento das técnicas do vidro – 3,5 horas
- Módulo V**
- Ensaio 2 (segundo trabalho) – Desenvolvimento das técnicas do vidro – 3,5 horas
- Módulo VI**
- Ensaio 3 (terceiro trabalho) – Desenvolvimento das técnicas do vidro – 3,5 horas
- Módulo VII**
- Ensaio 4 (quarto trabalho) – Desenvolvimento das técnicas do vidro – 3,0 horas
- Módulo VIII**
- Sessão prática em oficina – Avaliação e encerramento – 2,0 horas

**PLANO DE FORMAÇÃO 2005 – ACÇÃO 21****Do Vidro se Faz Arte – Curso de Formação**

Modalidade:	Curso de Formação	Número de Horas:	25
Destinatários:	Educadores de Infância, Professores do 5º grupo dos 2º e 3º CEB e do 5º grupo e grupos relacionados com Arte do Fogo e do Vidro do Ensino Secundário		
Formadores:	Paulo António da Costa Monteiro		
Local de Realização:	CenForAz – Centro de Formação de Oliveira de Azeméis		

**Objectivos:**

- Conhecer a importância do vidro no domínio da cultura regional e nacional;
- Conhecer o valor do património cultural do Conselho de Oliveira de Azeméis;
- Conhecer e aprofundar os conhecimentos no domínio da produção de objectos em vidro;
- Produzir objectos em vidro;
- Promover e sensibilizar para a cultura através de actividades lúdico expressivas.

**Conteúdos:**

**Módulo I** - Abordagem teórica, com recurso aos meios multimédia, ao Património Cultural de Oliveira de Azeméis, numa perspectiva de reconhecimento e enquadramento do seu valor regional e nacional.

**Módulo II** – Visita de Estudo ao Museu do Vidro “Boémia”, em Oliveira de Azeméis

**Módulo III** – Introdução aos materiais e técnicas de fusão de vidro

**Módulo IV** – Sessão prática em oficina

– Ensaio 1 (primeiro trabalho) – Desenvolvimento das técnicas do vidro

**Módulo V**

– Ensaio 2 (segundo trabalho) – Desenvolvimento das técnicas do vidro

**Módulo VI**

– Ensaio 3 (terceiro trabalho) – Desenvolvimento das técnicas do vidro

**Módulo VII**

– Ensaio 4 (quarto trabalho) – Desenvolvimento das técnicas do vidro

**Módulo VIII**

– Sessão prática em oficina – Avaliação e encerramento

## Anexo 2

Nome do(a) formando(a): Ana Cristina de Oliveira Figueiredo Costa

Estabelecimento de Ensino/Agrupamento E.B. 2,3 de Carnegosa



Trabalho individual N.º 5

<i>Materiais utilizados no trabalho</i>	<i>Instrumentos/utensílios utilizados</i>
<input type="checkbox"/> Vidro Float de 3mm de espessura <input checked="" type="checkbox"/> Vidro Float de 6mm de espessura <input type="checkbox"/> Fritas em grão <input type="checkbox"/> Frita em pó <input type="checkbox"/> Borbulha Clássica	<input checked="" type="checkbox"/> Lâmpada UV <input type="checkbox"/> Cortador de Vidro <input type="checkbox"/> Alicates <input checked="" type="checkbox"/> Manta e Placa de Fibra de Vidro
<input checked="" type="checkbox"/> Stringles <input type="checkbox"/> Escamas <input checked="" type="checkbox"/> Esmaltes <input type="checkbox"/> Pastas <input type="checkbox"/> Metais	<p><i>Temperatura de Fusão - análise</i></p> <input type="checkbox"/> inferior a 830°C <input checked="" type="checkbox"/> igual a 830°C <input type="checkbox"/> superior a 830°C

Custo aproximado do trabalho		
<p><b>Cálculo da Energia Eléctrica – <math>\frac{(A \times Y) \times T}{N}</math></b></p> <p>A - 7,5 KW (potência máxima do forno por hora) T - 6 horas, tempo que o forno leva a cumprir a curva de cozedura Y - custo KW/hora (da companhia eléctrica, EDP. N - nº de peças cozidas</p>	Materiais utilizados	
	designação	custo
	Vidro Float de 3mm	€
	Vidro Float de 6mm	€ 0,06
	Fritas em grão	€
	Frita em pó	€
	Borbulha Clássica	€
	Stringles	€ 0,0075
	Escamas	€
	Esmaltes	€ 0,0075
	Pastas	€
	Metais	€
	Energia Eléctrica	€ 0,075
<b>Total</b>	€ 0,15	

**Análise do resultado**

(de uma maneira sucinta faça um comentário crítico sobre as técnicas utilizadas e os resultados obtidos)

Para a elaboração da peça utilizei vidro float de 6mm (uma lâmina), do qual verifiquei os dois lados com a ajuda da lâmpada UV, pintei-a com esmalte preto e sobrepus stringles de três cores (amarelo, laranja claro e laranja escuro).

Seguidamente coloquei o material acima descrito sobre um molde previamente elaborado e revestido de endurecedor e separado e levei à multa para cozer.

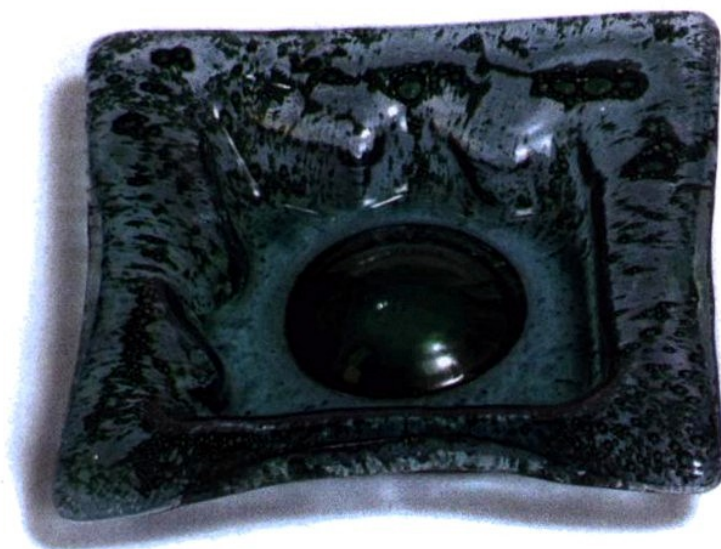
Da cozedura resultou a fusão dos diversos materiais numa só peça com a configuração do molde supra-mencionado.

De que maneira esta actividade poderá contribuir para a mudança das práticas na sala de aula?

Esta actividade poderá contribuir para a mudança de certas práticas, não no que diz respeito às disciplinas que lecciono visto serem Português e Francês, mas no âmbito de Projectos nas áreas de Área de Projecto e Formação Cívica, dando azo e estimulando a liberdade e criatividade dos alunos e proporcionando o alargamento dos seus conhecimentos artísticos.

Nome do(a) formando(a): MARIA JOSÉ SILVA MATOS

Estabelecimento de Ensino/Agrupamento ESCOLA E.B.2,3 DR. FERREIRA DA SILVA



Trabalho individual N.º

<i>Materiais utilizados no trabalho</i>	<i>Instrumentos/utensílios utilizados</i>
<input checked="" type="checkbox"/> Vidro Float de 3mm de espessura <input type="checkbox"/> Vidro Float de 6mm de espessura <input type="checkbox"/> Fritas em grão <input type="checkbox"/> Frita em pó <input checked="" type="checkbox"/> Borbulha Clássica <input type="checkbox"/> Stringles <input type="checkbox"/> Escamas <input type="checkbox"/> Esmaltes <input type="checkbox"/> Pastas <input type="checkbox"/> Metais	<input checked="" type="checkbox"/> Lâmpada UV <input checked="" type="checkbox"/> Cortador de Vidro <input checked="" type="checkbox"/> Alicates <input checked="" type="checkbox"/> Manta e Placa de Fibra de Vidro
	<i>Temperatura limite de Fusão ideal</i>
	<input checked="" type="checkbox"/> igual a 830°C <i>depende do forno</i> <input type="checkbox"/> inferior a 830°C <input type="checkbox"/> superior a 830°C

Custo aproximado do trabalho		
	Materiais utilizados	
	designação	custo
<p>Cálculo da Energia Eléctrica – <math>\frac{(A \times Y) \times T}{N}</math></p> <p>A - 7,5 KW (potência máxima do forno por hora) T - 6 horas, tempo que o forno leva a cumprir a curva de cozedura Y - custo KW/hora ( da companhia eléctrica, EDP. N - nº de peças cozidas</p>	Vidro Float de 3mm	€ 0,30
	Vidro Float de 6mm	€
	Fritas em grão	€
	Frita em pó	€
	Borbulha Clássica	€ 0,15
	Stringles	€
	Escamas	€
	Esmaltes	€
	Pastas	€
	Metais	€
	Energia Eléctrica	€ 0,324
	<b>Total</b>	€ 0,774

**Análise do resultado**

(de uma maneira sucinta faça um comentário crítico sobre as técnicas utilizadas e os resultados obtidos)

Primeiro fiz o molde, em seguida fiz uma máscara que coloquei em cima do vidro de 3 mm que previamente limpei e verifiquei o lado A e B. Comecei a cobrir o desenho com o esmalte polvilhado utilizando a borbulha clássica verde e depois a preta. Coloquei por cima um outro vidro <sup>de 3mm</sup> depois de ter retirado a máscara, que foi previamente limpo e verificado o lado A e B. Finalmente polvilhei o molde e a placa refractária com separador onde coloquei o trabalho para ir ao forno.

Quanto ao resultado obtido foi bastante positivo.

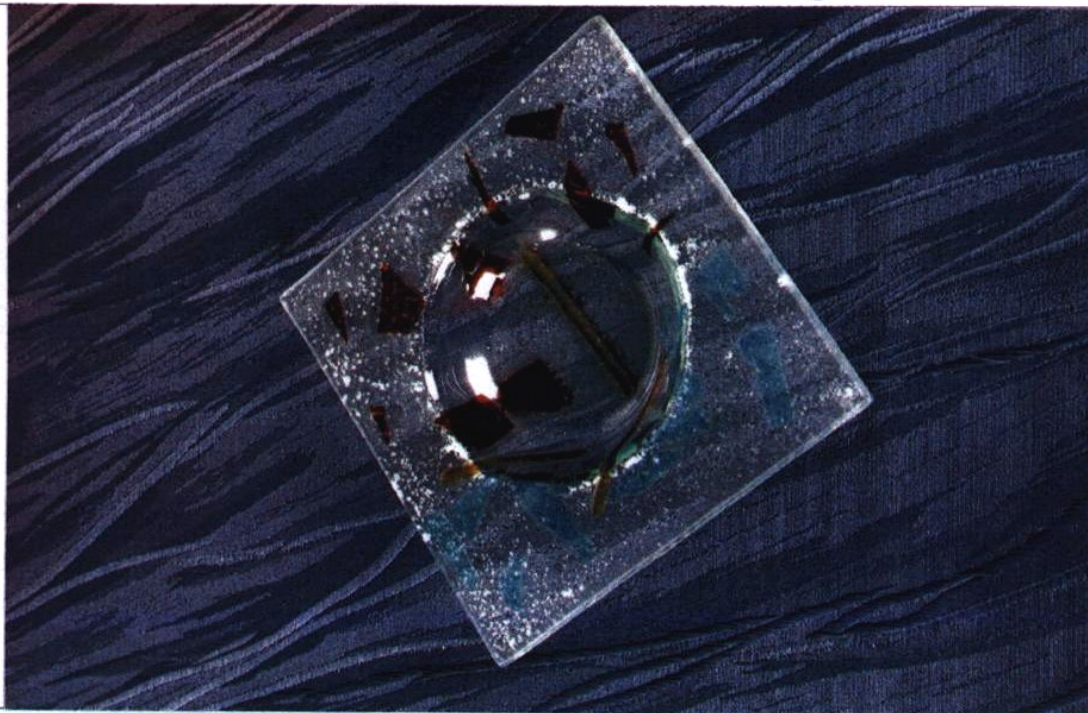
De que maneira esta actividade poderá contribuir para a mudança das práticas na sala de aula?

Esta actividade pode contribuir para a mudança das práticas na sala de aula, porque esta é motivadora, assim como a utilização de diferentes materiais e aprendizagem de várias técnicas e conhecimentos. Proporciona aprendizagens novas e enriquecedoras.

Nome do(a) formando(a): Sandra Marisa Tavares Lovêlo

Estabelecimento de Ensino/Agrupamento EB1- Bustelo

Agrupamento de Escolas de S. Roque e Roqueira do Bravo



Trabalho individual N.º 1

<i>Materiais utilizados no trabalho</i>	<i>Instrumentos/utensílios utilizados</i>
<input checked="" type="checkbox"/> Vidro Float de 3mm de espessura <input type="checkbox"/> Vidro Float de 6mm de espessura <input type="checkbox"/> Fritas em grão <input type="checkbox"/> Frita em pó <input type="checkbox"/> Borbulha Clássica <input checked="" type="checkbox"/> Stringles <input checked="" type="checkbox"/> Escamas <input type="checkbox"/> Esmaltes <input type="checkbox"/> Pastas <input type="checkbox"/> Metais	<input checked="" type="checkbox"/> Lâmpada UV <input type="checkbox"/> Cortador de Vidro <input type="checkbox"/> Alicates <input type="checkbox"/> Manta e Placa de Fibra de Vidro
	<i>Temperatura limite de Fusão ideal</i> <input type="checkbox"/> igual a 830°C <input checked="" type="checkbox"/> inferior a 830°C <input type="checkbox"/> superior a 830°C



Custo aproximado do trabalho		
	Materiais utilizados	
	designação	custo
<p>Cálculo da Energia Eléctrica – <math>\frac{(A \times Y) \times T}{N}</math></p> <p>A - 7,5 KW (potência máxima do forno por hora) T - 6 horas, tempo que o forno leva a cumprir a curva de cozedura Y - custo KW/hora ( da companhia eléctrica, EDP. N - nº de peças cozidas</p>	Vidro Float de 3mm	€ 0,15
	Vidro Float de 6mm	€
	Fritas em grão	€
	Frita em pó	€
	Borbulha Clássica	€
	Stringles	€ 0,02
	Escamas	€ 0,15
	Esmaltes	€
	Pastas	€
	Metais	€
	Energia Eléctrica	€ 0,32
	<b>Total</b>	<b>€ 0,64</b>

#### Análise do resultado

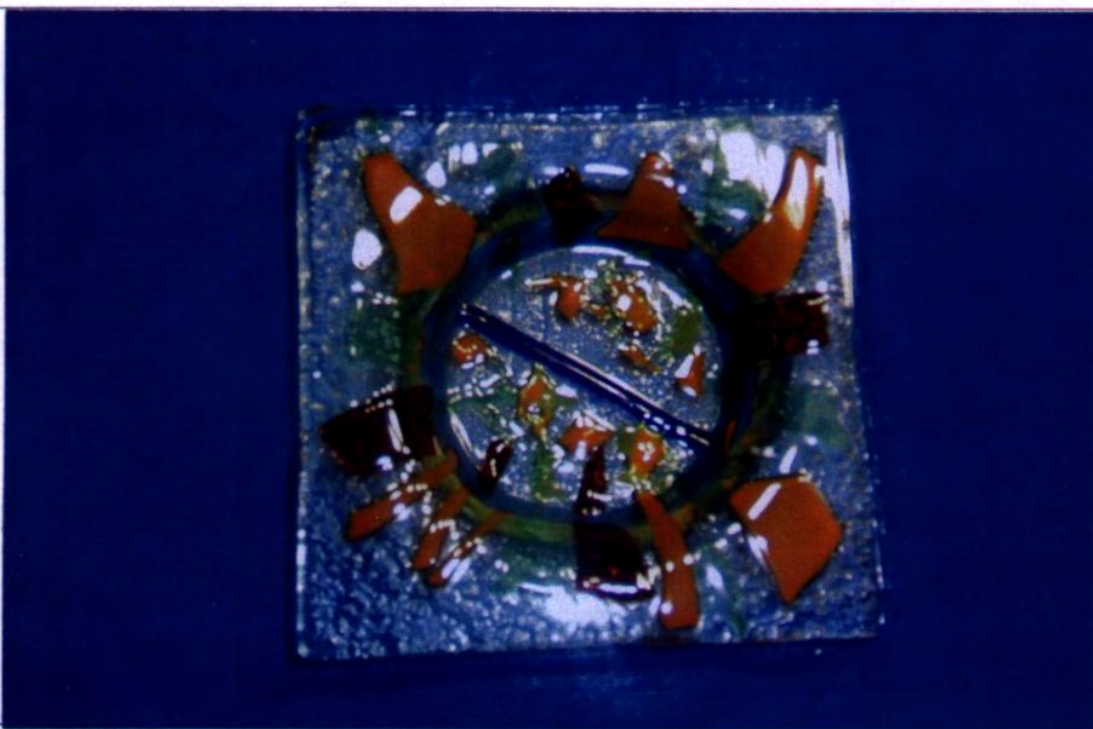
(de uma maneira sucinta faça um comentário crítico sobre as técnicas utilizadas e os resultados obtidos)

Para realizar este cinzeiro utilizei vidro float de 3 mm, escamas e stringles. Elaborei o molde que desejei, polvilhei-o com separador. De seguida coloquei o vidro float em cima do molde e decorei-o a gosto com escamas e stringles. Durante este processo tive o cuidado de não colocar materiais muito duros de abragem. E enfim, estava pronto a iniciar o processo de aquecimento, respeitando sempre a curva de fusão, para no final não ter nenhuma surpresa desagradável. No final surgiu uma peça muito bonita e que correspondeu às minhas expectativas. É como é evidente sendo uma das primeiras peças feitas por mim, representam a concretização de algo que julgava não ser capaz de fazer.

De que maneira esta actividade poderá contribuir para a mudança das práticas na sala de aula?

Actualmente, nas salas de aula cada vez mais se procura diversificar práticas educativas. O facto de podermos utilizar materiais que fazem parte do quotidiano e inseri-los no processo educativo transforma o aluno em agente activo na sua aprendizagem. Estou certa que doravante irei recorrer ao que aprendi para poder ensinar-lo aos alunos.

Nome do(a) formando(a): Flores Paula Figueiredo Rodrigues Caçõ  
Estabelecimento de Ensino/Agrupamento: Centro Social Paroquial Sto André  
Macinhata da Seixa



Trabalho individual N.º **1**

<i>Materiais utilizados no trabalho</i>	<i>Instrumentos/utensílios utilizados</i>
<input checked="" type="checkbox"/> Vidro Float de 3mm de espessura	<input checked="" type="checkbox"/> Lâmpada UV
<input type="checkbox"/> Vidro Float de 6mm de espessura	<input type="checkbox"/> Cortador de Vidro
<input type="checkbox"/> Fritas em grão	<input type="checkbox"/> Alicates
<input type="checkbox"/> Frita em pó	<input checked="" type="checkbox"/> Manta e Placa de Fibra de Vidro
<input type="checkbox"/> Borbulha Clássica	
<input checked="" type="checkbox"/> Stringles	<i>Temperatura limite de Fusão ideal</i>
<input checked="" type="checkbox"/> Escamas	<input checked="" type="checkbox"/> igual a 830°C
<input type="checkbox"/> Esmaltes	<input checked="" type="checkbox"/> inferior a 830°C
<input type="checkbox"/> Pastas	<input type="checkbox"/> superior a 830°C
<input type="checkbox"/> Metais	

Custo aproximado do trabalho		
	Materiais utilizados	
	designação	custo
<p>Cálculo da Energia Eléctrica - <math>\frac{(A \times Y) \times T}{N}</math></p> <p>A - 7,5 KW (potência máxima do forno por hora) T - 6 horas, tempo que o forno leva a cumprir a curva de cozedura Y - custo KW/hora ( da companhia eléctrica, EDP. N - nº de peças cozidas</p>	Vidro Float de 3mm	€ 0,30
	Vidro Float de 6mm	€
	Fritas em grão	€
	Frita em pó	€
	Borbulha Clássica	€
	Stringles	€ 0,02
	Escamas	€ 0,03
	Esmaltes	€
	Pastas	€
	Metals	€
	Energia Eléctrica	€ 0,32
	<b>Total</b>	<b>€ 0,67</b>

#### Análise do resultado

(de uma maneira sucinta faça um comentário crítico sobre as técnicas utilizadas e os resultados obtidos)

As técnicas utilizadas são acessíveis a qualquer criança e muito atraente devido à variedade de materiais e cores.

No trabalho que apresento na fotografia utilizei a técnica da sanduiche, a qual achei simples e muito atraente pois permite utilizar vários materiais (desde as escamas, os stringles, etc). Foi o trabalho que teve um melhor resultado pois na sua fusão não apresentou deformações muito visíveis. É claro que é sempre preciso saber "controlar" o calor da mefla.

De que maneira esta actividade poderá contribuir para a mudança das práticas na sala de aula?

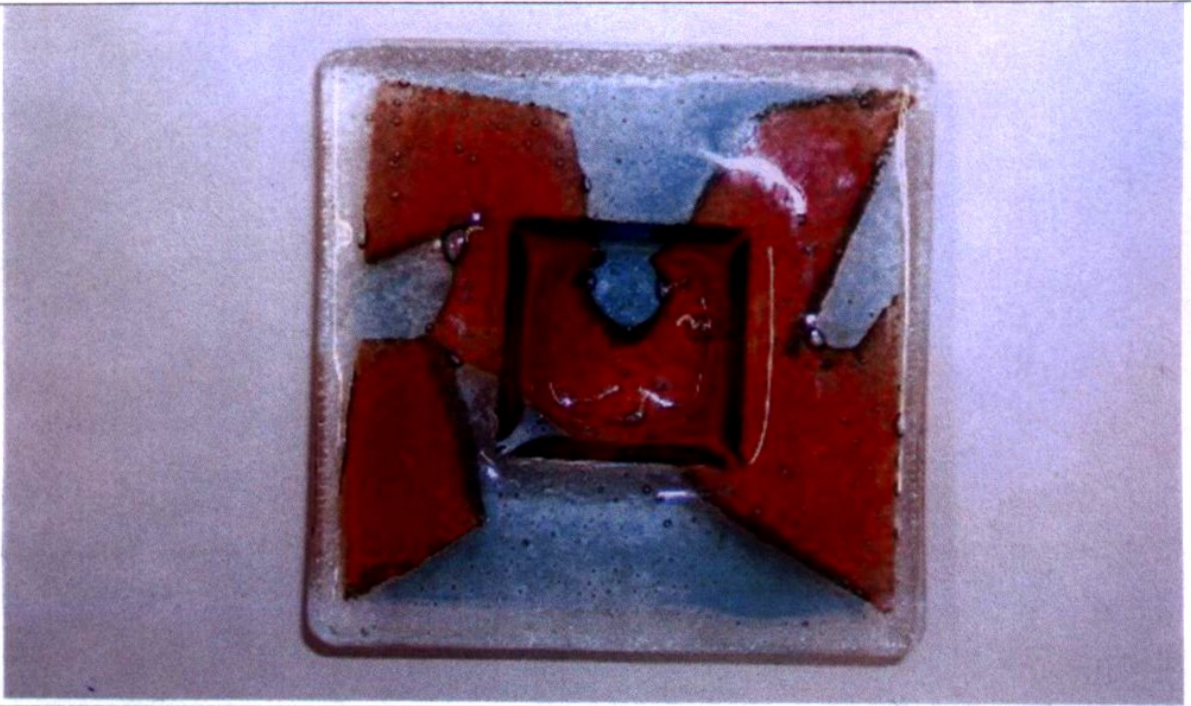
Como trabalho com o ATL é sempre motivante aprender e dar a conhecer uma técnica diferente e com resultados muito bonitos.

As crianças gostam sempre de fazer este tipo de trabalhos que lhes permite estimular a sua criatividade.

Espero que haja alguém que nos ajude com a mefla!

Nome do(a) formando(a): Maria Alexandra Samede Martins Coelho

Estabelecimento de Ensino/Agrupamento Escola Básica Integrada de Vildões



Trabalho individual N.º 3

<i>Materiais utilizados no trabalho</i>	<i>Instrumentos/utensílios utilizados</i>
<input checked="" type="checkbox"/> Vidro Float de 3mm de espessura	<input checked="" type="checkbox"/> Lâmpada UV
<input type="checkbox"/> Vidro Float de 6mm de espessura	<input type="checkbox"/> Cortador de Vidro
<input type="checkbox"/> Fritas em grão	<input type="checkbox"/> Alicates
<input checked="" type="checkbox"/> Frita em pó	<input checked="" type="checkbox"/> Manta e <u>Placa de Fibra de Vidro</u>
<input type="checkbox"/> Borbulha Clássica	
<input type="checkbox"/> Stringles	<i>Temperatura limite de Fusão ideal</i>
<input type="checkbox"/> Escamas	<input type="checkbox"/> igual a 830°C
<input type="checkbox"/> Esmaltes	<input checked="" type="checkbox"/> inferior a 830°C
<input type="checkbox"/> Pastas	<input type="checkbox"/> superior a 830°C
<input type="checkbox"/> Metais	

Custo aproximado do trabalho		
	Materiais utilizados	
	designação	custo
<p>Cálculo da Energia Eléctrica – <math>\frac{(A \times Y) \times T}{N}</math></p> <p>A - 7,5 KW (potência máxima do forno por hora) T - 6 horas, tempo que o forno leva a cumprir a curva de cozedura Y - custo KW/hora ( da companhia eléctrica, EDP. N - nº de peças cozidas</p>	Vidro Float de 3mm	€ 0,30
	Vidro Float de 6mm	€
	Fritas em grão	€
	Frita em pó	€ 0,04
	Borbulha Clássica	€
	Stringles	€
	Escamas	€
	Esmaltes	€
	Pastas	€
	Metais	€
	Energia Eléctrica	€ 0,1737
	<b>Total</b>	<b>€ 0,5137</b>

#### Análise do resultado

(de uma maneira sucinta faça um comentário crítico sobre as técnicas utilizadas e os resultados obtidos)

A técnica utilizada neste trabalho, consistiu na utilização de duas máscaras que foram colocadas separadamente sobre o vidro e polvilhadas com fritas em pó. Talvez a escolha da composição inserida nas máscaras, não tenha sido a mais adequada, porque impossibilitou o preenchimento total da feita "cor". Em relação ao resultado final da cor, verificou-se que a frita turquesa, apresenta tonalidades diferentes, devido à desigualdade de polvilhagem efectuada. Houve uma ligeira sobreposição das duas cores, permitindo uma terceira cor que delineou a composição. O verso do Trabalho apresenta um aspecto rugoso e com alguns vestígios da placa (melde), o que me leva a pensar, que a aplicação do separador líquido, não tenha secado ou a quantidade utilizada não tenha sido suficiente.

De que maneira esta actividade poderá contribuir para a mudança das práticas na sala de aula?

Possibilitando aos alunos, a utilização de materiais diversificados, a aquisição de novas técnicas / ferramentas e ao mesmo tempo, desenvolve a capacidade criativa e a compreensão e valorização do património cultural e meio envolvente.

Nome do(a) formando(a): Guilhermina Fernandes da Rocha

Estabelecimento de Ensino/Agrupamento E.B. 2/3 de CARREGOSA



Trabalho individual N.º 1

<i>Materiais utilizados no trabalho</i>	<i>Instrumentos/utensílios utilizados</i>
<input type="checkbox"/> Vidro Float de 3mm de espessura	<input checked="" type="checkbox"/> Lâmpada UV
<input checked="" type="checkbox"/> Vidro Float de 6mm de espessura	<input type="checkbox"/> Cortador de Vidro
<input type="checkbox"/> Fritas em grão	<input type="checkbox"/> Alicates
<input type="checkbox"/> Frita em pó	<input checked="" type="checkbox"/> Manta e <u>Placa de Fibra de Vidro</u>
<input type="checkbox"/> Borbulha Clássica	
<input checked="" type="checkbox"/> Stringles	<i>Temperatura limite de Fusão ideal</i>
<input checked="" type="checkbox"/> Escamas	<input type="checkbox"/> igual a 830°C
<input type="checkbox"/> Esmaltes	<input checked="" type="checkbox"/> inferior a 830°C
<input type="checkbox"/> Pastas	<input type="checkbox"/> superior a 830°C
<input type="checkbox"/> Metais	

Custo aproximado do trabalho		
<p>Cálculo da Energia Eléctrica – <math>\frac{(A \times Y) \times T}{N}</math></p> <p>A - 7,5 KW (potência máxima do forno por hora) T - 6 horas, tempo que o forno leva a cumprir a curva de cozedura Y – custo KW/hora (da companhia eléctrica, EDP. N – nº de peças cozidas</p>	Materiais utilizados	
	designação	custo
	Vidro Float de 3mm	€
	Vidro Float de 6mm	€ 0,25
	Fritas em grão	€
	Frita em pó	€
	Borbulha Clássica	€
	Stringles	€ 0,24
	Escamas	€ 0,12
	Esmaltes	€
	Pastas	€
	Metais	€
	Energia Eléctrica	€ 0,1737
<b>Total</b>	<b>€ 0,784</b>	

#### Análise do resultado

(de uma maneira sucinta faça um comentário crítico sobre as técnicas utilizadas e os resultados obtidos)

O meu trabalho ficou limitado pelo espaço reduzido do forno de fusão, tendo em conta o número vasto de formandos. Não tive também ao meu dispor uma variedade de tons, o que dirigiu de certa maneira a minha escolha para os poucos azuis e verdes de que dispunha. Assim, fui influenciada meramente pelo meu gosto pessoal, visto não apreciar muito tonalidades amarelas, nem laranjas. É evidente que não me preocupei com as técnicas artísticas, pois não sou docente em nenhuma área técnica.

De que maneira esta actividade poderá contribuir para a mudança das práticas na sala de aula?

Neste âmbito, nada posso dizer porque sou professora de francês. Mas acredito que a fusão de vidro como prática corrente na sala de aula só poderá ser uma mais valia para os nossos alunos. Tal como eu, sentir-se-ão motivados a aprofundar esta arte na criação de múltiplos objectos pessoais.

Nome do(a) formando(a): Liliana Mariana Pinho Silva

Estabelecimento de Ensino/Agrupamento EB1 das Foucaieiras



Trabalho individual N.º 3

Materiais utilizados no trabalho	Instrumentos/utensílios utilizados
<input checked="" type="checkbox"/> Vidro Float de 3mm de espessura <input type="checkbox"/> Vidro Float de 6mm de espessura <input type="checkbox"/> Fritas em grão <input checked="" type="checkbox"/> Frita em pó <input type="checkbox"/> Borbulha Clássica <input type="checkbox"/> Stringles <input type="checkbox"/> Escamas <input checked="" type="checkbox"/> Esmaltes <input type="checkbox"/> Pastas <input type="checkbox"/> Metais	<input checked="" type="checkbox"/> Lâmpada UV <input checked="" type="checkbox"/> Cortador de Vidro <input checked="" type="checkbox"/> Alicates <input type="checkbox"/> Manta e Placa de Fibra de Vidro
	Temperatura de Fusão - análise
	<input type="checkbox"/> inferior a 830°C <input checked="" type="checkbox"/> igual a 830°C <input type="checkbox"/> superior a 830°C



Custo aproximado do trabalho		
	Materiais utilizados	
	designação	custo
<p><b>Cálculo da Energia Eléctrica – <math>\frac{(A \times Y) \times T}{N}</math></b></p> <p>A - 7,5 KW (potência máxima do forno por hora) T - 6 horas, tempo que o forno leva a cumprir a curva de cozedura Y - custo KW/hora ( da companhia eléctrica, EDP. N - nº de peças cozidas</p>	Vidro Float de 3mm	€ 20 Centimos
	Vidro Float de 6mm	€
	Fritas em grão	€
	Frita em pó	€ 10 centimos
	Borbulha Clássica	€
	Stringles	€
	Escamas	€
	Esmaltes	€ 30 Centimos
	Pastas	€
	Metais	€
	Energia Eléctrica	€ 0,075
	<b>Total</b>	€

**Análise do resultado**

(de uma maneira sucinta faça um comentário crítico sobre as técnicas utilizadas e os resultados obtidos)

As técnicas resultou na perfeição.

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

De que maneira esta actividade poderá contribuir para a mudança das práticas na sala de aula?

Desenvolver a criatividade, trabalhar mais as artes plásticas e ligá-las com as outras áreas curriculares

---



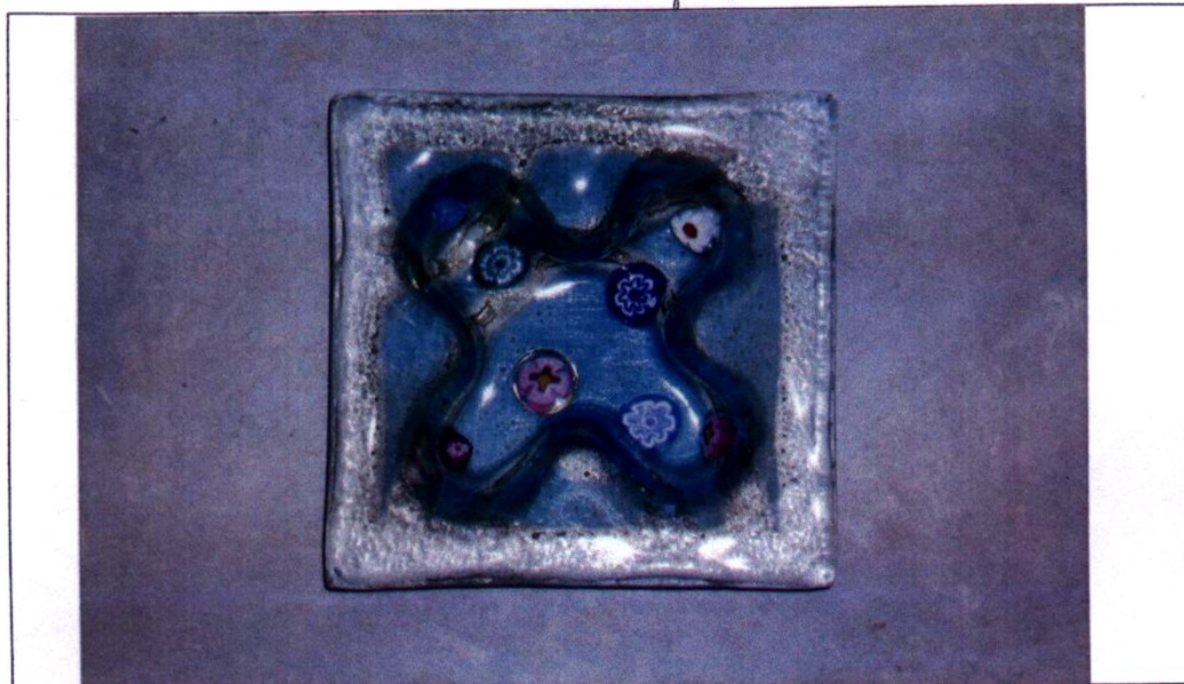
---



---

Nome do(a) formando(a): Maria de Fátima Lima de Pinho

Estabelecimento de Ensino/Agrupamento EB23 de Carregosa / Agrupamento Vertical de Escolas de Carregosa



Trabalho individual N.º

2

Materiais utilizados no trabalho	Instrumentos/utensílios utilizados
<input checked="" type="checkbox"/> Vidro Float de 3mm de espessura <input type="checkbox"/> Vidro Float de 6mm de espessura <input type="checkbox"/> Fritas em grão <input checked="" type="checkbox"/> Frita em pó <input type="checkbox"/> Borbulha Clássica <input type="checkbox"/> Stringles <input type="checkbox"/> Escamas <input type="checkbox"/> Esmaltes <input type="checkbox"/> Pastas <input type="checkbox"/> Metais	<input checked="" type="checkbox"/> Lâmpada UV <input type="checkbox"/> Cortador de Vidro <input type="checkbox"/> Alicates <input type="checkbox"/> Manta e Placa de Fibra de Vidro
	Temperatura de Fusão - análise
	<input checked="" type="checkbox"/> inferior a 830°C <input type="checkbox"/> igual a 830°C <input type="checkbox"/> superior a 830°C

Custo aproximado do trabalho		
	Materiais utilizados	
	designação	custo
<p><b>Cálculo da Energia Eléctrica – <math>\frac{(A \times Y) \times T}{N}</math></b></p> <p>A - 7,5 KW (potência máxima do forno por hora) T - 6 horas, tempo que o forno leva a cumprir a curva de cozedura Y - custo KW/hora ( da companhia eléctrica, EDP. N - nº de peças cozidas</p>	Vidro Float de 3mm	€ 0,060
	Vidro Float de 6mm	€
	Fritas em grão	€
	Frita em pó	€ 0,015
	Borbulha Clássica	€
	Stringles	€
	Escamas	€
	Esmaltes	€
	Pastas	€
	Metais	€
	Energia Eléctrica	€ 0,075
	<b>Total</b>	<b>€ 0,150</b>

**Análise do resultado**

(de uma maneira sucinta faça um comentário crítico sobre as técnicas utilizadas e os resultados obtidos)

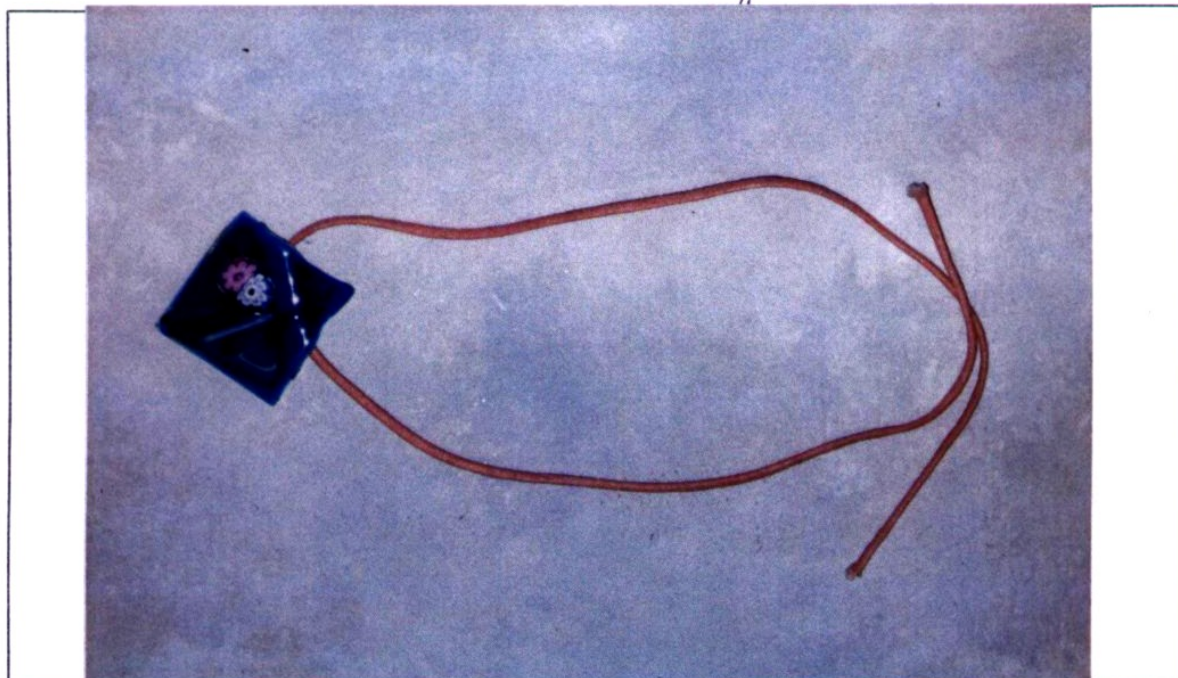
Nesta peça utilizei a técnica de esmaltes gelificados. Apesar de não ser uma peça muito elaborada a associação da forma do molde (em flor) e a integração de outros elementos foi positiva uma vez que, da conjugação dos diferentes materiais resultou uma peça equilibrada em relação à forma à estética e à criatividade.

De que maneira esta actividade poderá contribuir para a mudança das práticas na sala de aula?

Esta actividade tem uma participação muito pequena quando realizada por crianças em idade pré-escolar. A técnica dos esmaltes líquidos estará mais adequada e permitirá maior participação, principalmente dará mais liberdade e expansão de criatividade às crianças.

Nome do(a) formando(a): Maria de Fátima Lima de Pinho

Estabelecimento de Ensino/Agrupamento EB<sub>23</sub> de Carregosa / Agrupamento  
Vertical de Escolas de Carregosa



Trabalho individual N.º 1

<i>Materiais utilizados no trabalho</i>	<i>Instrumentos/utensílios utilizados</i>
<input checked="" type="checkbox"/> Vidro Float de 3mm de espessura <input type="checkbox"/> Vidro Float de 6mm de espessura <input type="checkbox"/> Fritas em grão <input type="checkbox"/> Frita em pó <input type="checkbox"/> Borbulha Clássica <input checked="" type="checkbox"/> Stringles <input type="checkbox"/> Escamas <input type="checkbox"/> Esmaltes <input type="checkbox"/> Pastas <input type="checkbox"/> Metais	<input checked="" type="checkbox"/> Lâmpada UV <input type="checkbox"/> Cortador de Vidro <input type="checkbox"/> Alicates <input checked="" type="checkbox"/> Manta e Placa de Fibra de Vidro
	<i>Temperatura de Fusão - análise</i> <input type="checkbox"/> inferior a 830°C <input type="checkbox"/> igual a 830°C <input checked="" type="checkbox"/> superior a 830°C

Custo aproximado do trabalho		
<p><b>Cálculo da Energia Eléctrica - <math>\frac{(A \times Y) \times T}{N}</math></b></p> <p>A - 7,5 KW (potência máxima do forno por hora) T - 6 horas, tempo que o forno leva a cumprir a curva de cozedura Y - custo KWhora ( da companhia eléctrica, EDP. N - nº de peças cozidas</p>	Materiais utilizados	
	designação	custo
	Vidro Float de 3mm	€ 0,015
	Vidro Float de 6mm	€
	Fritas em grão	€
	Frita em pó	€
	Borbulha Clássica	€
	Stringles	€ 0,004
	Escamas	€
	Esmaltes	€
	Pastas	€
	Metais	€
	Energia Eléctrica	€ 0,019
<b>Total</b>	<b>€ 0,038</b>	

**Análise do resultado**

(de uma maneira sucinta faça um comentário crítico sobre as técnicas utilizadas e os resultados obtidos)

Nesta peça de bijuteria utilizei a técnica de sobreposição de vidros utilizando apenas pequenos desperdícios, algumas barras de stringle e miliflores. Penso que a técnica foi utilizada eficazmente resultando muito utilitária na sua simplicidade.

De que maneira esta actividade poderá contribuir para a mudança das práticas na sala de aula?

Apesar de esta técnica ser de fácil execução tem diversas condicionantes na aplicação a crianças em idade pré-escolar. O Educador terá de a adaptar e acompanhar todas as etapas de execução.

Contudo será possível desenvolver um projecto interessante na descoberta do processo da fabricação do vidro assim como a sua utilidade e a necessidade de o reutilizar e reciclar.

## Anexo 3

**Keywords.** Hands-on experiments, Chemistry, Physics, Superconductor.

---

### Hands-on Experiments in Physics in Primary School

C.I.S. Alves, S.A.S. Rodrigues, A.C.C.C.  
Amorin, M. J. M. Gomes,  
M. Pereira and M.S.V. Machado  
*Dept. of Physics, University of Minho,  
Campus de Gualtar, 4710-057 Braga,  
(PORTUGAL)*  
*mjesus@fisica.uminho.pt*

**Abstract.** In Basic Schools, at the 3<sup>o</sup> and 4<sup>o</sup> years of scholarship, the course titled "Study of the Environment" deals mainly with Science and Experiment. These classes are presented as a way to receive contributions, with concepts and methods, from different scientific areas, like History, Geography, Natural Sciences, Ethnography, among others, in order to allow a gradual understanding of the Nature and the Society. For the children development, the Portuguese Ministry of Education clearly identifies the necessity of a more experimental approach, since, according to the contents of the official programs of 3<sup>o</sup> and 4<sup>o</sup> years of Basic Schools, a set of experimental activities is assumed as part of the compulsory education. These experiments are detailed in the Part 5 of the booklet of "Study of the Environment", with the title "Discovering Materials and Objects". The experimental activities to be performed in the 3<sup>o</sup> year can be classified in four themes: Light, Magnetism, Equilibrium, Movements-Forces. The experiments at 4<sup>o</sup> year level are included in five wide subjects: Matter, Water, Air, Electricity and Sound.

**Keywords.** Hands-on experiments, Physics.

---

### Glass Fusing: An Art and Science Connection

Paulo António da Costa Monteiro<sup>1</sup>,  
Rosa Maria Oliveira<sup>2</sup>  
and Maria Clara F.Magalhães<sup>3</sup>  
<sup>1</sup> *Escola E.B. 2,3*

*Dr Ferreira da Silva, Portugal.*

<sup>2</sup> *Department of Communication and Arts,  
University of Aveiro, Aveiro, Portugal.*

<sup>3</sup> *Department of Chemistry and CICECO,  
University of Aveiro, Aveiro, Portugal.*

**Abstract.** Glass technology can be used to introduce new methodologies in education and communication in science, especially associated with an existing relationship between Science and Art.

In the so-called arts of the fire, the use of glass fusing as a process of jewellery manufacturing, stained glasses and decorative objects represents an example of interconnection between art and science. Glass fusing is the process by which we can join two or more glasses with the purpose of elaborating an object. It is a generic term that puts together several techniques whose common characteristic consists of creating manufactured plain objects from the overlapping glass layers.

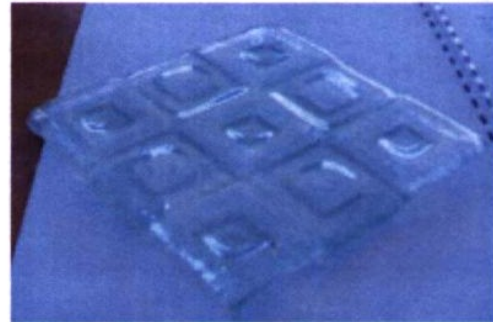
The physical-chemical qualities of the glass, such as the glass transition temperature, the reticular and structural properties, as well as the silica inversion, the composition, the colours, the raw materials, can be subject of research in order to improve the existing materials and create new materials with new properties.



**Fig.1. Identification of the "float" glass stained surface with an infrared lamp**

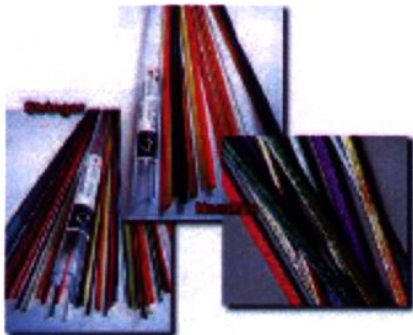
The "float glass" used in glass fusing is submitted to a controlled fusing temperature

allowing a new structural rearrangement. After cooling, a solid glass block is produced with new formal and aesthetic qualities. It can be observed that cooling time is determinant of the substance glass qualities. If the cooling time is too long crystallization can happen - ordering of molecules inside the solid structure.



**Fig.3. Glass after being submitted to high temperature**

Nowadays, the technological evolution renders possible accurate and precise control of the atmosphere inside an oven allowing the efficient control of the temperature, and the maintenance of the properties.



**Fig.4. Glass materials prepared for fusing (pieces of broken glass, scales e glass beads of different densities)**



**Fig.2. Some examples of work to be done during the Science Fair. From top to bottom: glass beads, glass rods and glass fusing art objects**

During the Science Fair participants are invited to make some objects by means of the “glass fusing” method (figures 2 and 3) using commercial “float” glass (figure 1) combined with several kinds of other glass materials for intrusions (figure 2).

The main goal of the workshop is to learn about glass qualities, properties and its behaviour when submitted to melting temperatures. The participants are asked to produce glass objects exploring colours, textures and shapes.

For centuries, the temperature control in the glass manufacture was a well kept secret, and a knowledge that could give rise to political and social power.





Fig.5. Enamelled glass



Fig.6. Enamelled glass

During previous workshops it was possible to have groups of people with different levels of knowledge about glass technology, making beautiful objects of fusing glass (figures 2, and 3 to 6).

**Keywords.** Glass technology, Hands-on Experiments.

## Van de Graaff Generator

A. J. Martins  
University of Minho, Physics Department,  
Gualtar Campus, 4710-057,  
Braga, Portugal.  
anajoam@gmail.com

**Abstract.** It was designed and built a "table top" Van de Graaff Generator which can be used for didactical and entertainment proposals.

The Van de Graaff Generator was invented by Robert Jamison Van de Graaff, in the 19<sup>th</sup>. Giant Van de Graaff generators can produce millions of volts, while "table top" sized Van de Graaff generators typically produce 100,000 V to 500,000 V.

Although we are dealing with high potential we can use the Van de Graaff generator without harming ourselves or other around us, but there are several safety measures that have to be taken in account. We will show some fun and didactical demonstrations that can be performed with this Van de Graaff generator.

**Keywords.** Physics, Hands-on experiment, Van de Graaff.

---

## How Hands on Science Has Successfully Helped to Motivate and Improve English Levels in Our Secondary School

Kevin McNeill  
Begoñazpi Ikastola, 48004 Bilbao  
Viscaya ,Spain.  
Ikastola|@begonazpi.net

**Abstract.** This work will show briefly how our experience can help you set up a Hands on science course in your school ,to improve the English levels of your students. Examples of some of the 500 experiments we have used will be shown.

One of our parents' priorities is that their children will leave the school with a high level of English. In response to this our college implemented a Hands on Science course as an option for all secondary students. The number of students involved in this option has risen in the 4 years the course has been running from 40 to 204 students and next year the number will increase again. This proves students (and parents) are