



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0717136-6 B1



(22) Data do Depósito: 15/10/2007

(45) Data de Concessão: 07/06/2022

(54) Título: COMPOSIÇÃO DE VIDRO TRANSPARENTE CONTENDO ÓXIDO DE ÉRBIO

(51) Int.Cl.: C03C 3/095.

(30) Prioridade Unionista: 17/10/2006 US 11/581,779.

(73) Titular(es): GUARDIAN GLASS, LLC.

(72) Inventor(es): SCOTT V. THOMSEN; RICHARD HULME; KSENIA A. LANDA (FALECIDA - REPRESENTADA POR LEONID M. LANDA).

(86) Pedido PCT: PCT US2007021943 de 15/10/2007

(87) Publicação PCT: WO 2008/048525 de 24/04/2008

(85) Data do Início da Fase Nacional: 16/04/2009

(57) Resumo: COMPOSIÇÃO DE VIDRO TRANSPARENTE CONTENDO ÓXIDO DE ÉRBIO A presente invenção proporciona um vidro que apresenta uma alta transmissão visível e/ou uma cor adequadamente transparente ou neutra. Em algumas modalidades exemplificativas, o vidro inclui uma baixa quantidade de ferro acoplada com érbio (incluindo um óxido do mesmo), designadas para prover uma cor neutra e uma alta transmitância. Em algumas modalidades exemplificativas, a quantidade de SO₃ na composição de vidro é aumentada, a fim de proporcionar um aumento da transmissão visível sem sacrificar a cor neutra. O vidro, opcionalmente, pode incluir uma pequena quantidade de cobalto (Co - incluindo um óxido do mesmo) em alguns exemplos de modalidades.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**COMPOSIÇÃO DE VIDRO TRANSPARENTE CONTENDO ÓXIDO DE ÉRPIO**".

A presente invenção refere-se em algumas modalidades exemplificativas a uma composição de vidro transparente. Em outras modalidades exemplificativas da presente invenção é proporcionado um vidro que apresenta uma alta transmitância de luz na faixa visível e/ou uma adequada cor neutra. Em outras modalidades exemplificativas, o vidro inclui uma baixa quantidade de ferro acoplada com érbio, designada para proporcionar uma cor neutra e uma alta transmitância. Em ainda outras modalidades exemplificativas, a quantidade de SO_3 na composição de vidro é aumentada a fim de prover uma aumentada transmissão visível, sem sacrificar a cor neutra. Assim, essas composições de vidro são de utilidade, por exemplo, em janelas arquitetônicas, aplicações de vidros padronizadas, unidades de janelas IG, portas de boxes de banhos, vidros de mobílias ou similares.

15 Antecedentes da Invenção

Um vidro que seja adequadamente de cor transparente e altamente transmissível à luz visível (por exemplo, pelo menos 75% transmissivo, mais ainda preferivelmente, pelo menos, 80% transmissivo) é algumas vezes desejável. Uma maneira de se obter tal tipo de vidro é se utilizar matérias-primas de vidro bastante puras (por exemplo, substancialmente isentos de corantes, como, por exemplo, o ferro). Entretanto, as matérias-primas com alto grau de pureza são muito caras e, assim, nem sempre desejáveis e/ou convenientes. Em outras palavras, por exemplo, a remoção de ferro de matérias-primas de vidro apresenta certos limites práticos e/ou econômicos.

25 Conforme observado do exposto acima, as matérias-primas de vidro (por exemplo, sílica, barrilha, dolomita e/ou calcário), tipicamente, incluem determinadas impurezas, como, por exemplo, o ferro. A quantidade total de ferro presente é expressa em termos de Fe_2O_3 , em conformidade com a prática padrão. Entretanto, tipicamente, nem todo o ferro se apresenta na forma de Fe_2O_3 . O ferro, normalmente, está presente no estado ferroso (Fe^{2+} , aqui expresso como FeO , muito embora, todo o ferro em estado ferroso no vidro possa não se apresentar na forma de FeO) e no estado férrico

(Fe^{3+}). O ferro no estado ferroso (Fe^{2+} ; FeO) é um corante azul-esverdeado, enquanto o ferro no estado férrico (Fe^{3+}) é um corante amarelo-esverdeado. O corante azul-esverdeado do ferro no estado ferroso (Fe^{2+} ; FeO) é de particular preocupação quando se procura obter um vidro colorido, adequadamente transparente ou neutro, uma vez que como corante forte, ele introduz significativa cor no vidro. Como o ferro que se apresenta no estado férrico (Fe^{3+}) é também um corante, este é de menor preocupação quando se procura obter um vidro adequadamente de cor transparente, uma vez que o ferro no estado férrico tende a se tornar mais fraco como corante do que a contrapartida de seu estado ferroso.

Em vista do exposto acima, é evidente que existe uma necessidade no segmento da técnica para uma nova composição de vidro, que permita a obtenção de um vidro tendo uma cor adequadamente transparente e/ou uma alta transmissão visível, sem que seja classificado como matéria-prima de vidro extremamente pura (isto é, isento de ferro)

Um vidro transparente conhecido é indicado na coluna um ("linha de referência") da figura 1. Este vidro mostrado na linha de referência não inclui érbio e apresenta uma transmissão visível de 89,94%, em uma espessura de 6 mm. Entretanto, seria desejável que a neutralidade da cor e/ou a transmissão visível do vidro mostrado na linha de referência da figura 1 pudesse ser melhorada. Em outras palavras, seria desejável que a cor do vidro mostrado na linha de referência da figura 1 pudesse ser mais neutra (isto é, os valores de a^* e/ou b^* mais próximos de zero) e/ou se a transmissão visível do vidro mostrado na linha de referência da figura 1 pudesse ser mais alta.

Diante do exposto acima, se torna evidente que existe uma necessidade no segmento da técnica para uma composição de vidro transparente, capaz de proporcionar uma combinação de alta transmissão visível (por exemplo, pelo menos, cerca de 90%, mais preferivelmente, pelo menos, cerca de 90,4%, ainda mais preferivelmente, pelo menos, cerca de 90,5% e, possivelmente, pelo menos, cerca de 90,6%) combinado com valores de cor neutra a^* e b^* , de modo a proporcionar uma cor transparente para os visualizadores e outros, se desejado.

Sumário da Modalidades Exemplificativas da Invenção

Em algumas modalidades exemplificativas da presente invenção, é proporcionada uma composição de vidro transparente que é capaz de realizar uma combinação de (a) alta transmissão visível (T_{vis}) (por exemplo, pelo menos, cerca de 90%, mais preferivelmente, pelo menos, cerca de 90,4%, ainda mais preferivelmente, pelo menos, cerca de 90,5% e, possivelmente, pelo menos, cerca de 90,6%) e (b) valores de cor neutra a^* e b^* , de modo a proporcionar uma cor transparente para os visualizadores e outros. Esses valores de transmissão podem ser obtidos, por exemplo, em uma espessura de vidro de referência não-limitativa de cerca de 6 mm. Em determinadas modalidades exemplificativas, o vidro pode apresentar um valor de cor transmissiva a^* de cerca de -0,80 a +0,8, mais preferivelmente, de cerca de -0,50 a +0,40, ainda mais preferivelmente, de cerca de -0,40 a +0,30 e, algumas vezes, de cerca de -0,35 a +0,05. Em determinadas modalidades exemplificativas, o vidro pode apresentar um valor de cor transmissiva b^* de cerca de -0,80 a +0,90, mais preferivelmente, de cerca de -0,50 a +0,70, ainda mais preferivelmente, de cerca de -0,30 a +0,90 e, algumas vezes, de cerca de 0 a +0,55. Esses valores de cor neutra a^* e b^* proporcionam um vidro adequadamente transparente, não tendo nenhuma substancial coloração em determinadas modalidades exemplificativas da presente invenção.

Em determinadas modalidades exemplificativas da presente invenção, o vidro transparente inclui uma baixa quantidade de ferro acoplada com óxido de érbio, em quantidades designadas para proporcionar uma cor neutra e uma alta transmissão visível. Foi descoberto que quando o óxido de érbio é usado para prover a cor neutra, ele proporciona o valor de cor a^* do vidro resultante mais próximo de zero. Esses vidros são de utilidade, por exemplo, em janelas arquitetônicas, aplicações de vidros padronizadas, unidades de janelas IG, portas de boxes de banhos, vidros de mobílias ou similares.

Em determinadas modalidades exemplificativas, a quantidade de SO_3 na composição de vidro é aumentada a fim de prover um aumento da transmissão visível. O SO_3 pode ser provido no vidro mediante introdução de sulfato de sódio, $NaSO_4$, na batelada do vidro, que proporciona o resultante

SO₃ no vidro final. Surpreendentemente, foi descoberto que um aumento da quantidade de SO₃ em um vidro de alta transmissão inclui baixas quantidades de ferro e o óxido de érbio acarreta um aumento da transmissão visível sem sacrificar a cor neutra. Em determinadas modalidades exemplificativas da presente invenção, o vidro inclui cerca de 0,25 a 0,40% de SO₃, mais preferivelmente, cerca de 0,26 a 0,36% de SO₃, mais ainda preferivelmente, cerca de 0,27 a 0,33% de SO₃.

Em determinadas modalidades exemplificativas da presente invenção, é proporcionado um vidro que compreende:

| 10 | <u>Ingrediente</u> | <u>% em peso</u> |
|----|---|------------------|
| | - SiO ₂ | 67 - 75% |
| | - Na ₂ O | 10 - 20% |
| | - CaO | 5 - 15% |
| | - Ferro total (expresso como Fe ₂ O ₃) | 0,02 a 0,10% |
| 15 | - Óxido de érbio | 0,02 a 0,15% |
| | - SO ₃ | 0,25 a 0,40% |
| | - Óxido de cério | 0 a 0,08% |

em que o vidro apresenta uma transmissão visível de pelo menos 90%, um valor de cor transmissiva a* de -0,8 a +0,8 e um valor de cor transmissiva b* de -0,8 a +0,9.

Em outras determinadas modalidades exemplificativas da presente invenção, é proporcionado um vidro que compreende:

| 25 | <u>Ingrediente</u> | <u>% em peso</u> |
|----|---|------------------|
| | - ferro total (expresso como Fe ₂ O ₃) | ≥ 0,02% |
| | - óxido de érbio | ≥ 0,02% |
| | - SO ₃ | 0,25 a 0,40% |
| | - óxido de cério | 0 a 0,08% |

em que o vidro apresenta uma transmissão visível de pelo menos 90%, um valor de cor transmissiva a* de -0,8 a +0,8 e um valor de cor transmissiva b* de -0,8 a +0,9.

Breve Descrição do Desenho

A figura 1 é uma tabela que compara composições de bateladas

de vidro e características dos vidros resultantes, dos Exemplos 2-5 da invenção, com um vidro conhecido da linha de referência (Exemplo 1).

Descrição Detalhada de Certas Modalidades Exemplificativas da Presente Invenção

5 Os vidros de acordo com diferentes modalidades da presente invenção podem ser usados, por exemplo, em janelas arquitetônicas, aplicações de vidros padronizadas, unidades de janelas IG, portas de boxes de banhos, vidros de mobílias ou similares.

10 Determinados vidros de acordo com modalidades exemplificativas da presente invenção utilizam vidro plano à base de soda/cal/sílica como sua composição básica. Além dessa composição básica do vidro, é provida uma porção de corante a fim de se obter um vidro que seja de cor transparente e/ou que tenha uma alta transmissão visível. Um exemplo de um vidro à base de soda/cal/sílica de acordo com determinadas modalidades da presente invenção numa base de percentual em peso, inclui os seguintes ingredientes básicos:

Tabela 1: Exemplo de Vidro Básico

| | <u>Ingrediente</u> | <u>% em Peso</u> |
|----|----------------------------------|--------------------|
| | - SiO ₂ | 67 - 75% |
| 20 | - Na ₂ O | 10 - 20% |
| | - CaO | 5 - 15% |
| | - MgO | 0 - 8% |
| | - Al ₂ O ₃ | 0 - 5% (ou 0 - 1%) |
| | - K ₂ O | 0 - 5% |
| 25 | - BaO | 0 - 1% |

Outros ingredientes, incluindo diversos auxiliares de refino convencionais, como, por exemplo, carbono e elementos similares, podem ser incluídos na composição de vidro básica. Em algumas modalidades, por exemplo, o vidro pode ser feito a partir de matérias-primas de batelada de areia de sílica, barrilha, dolomita, calcário, utilizando sulfato de sódio (impuro) (NaSO₄) que proporciona o SO₃ e/ou sais de Epsom como agentes de refino. Preferivelmente, os vidros da invenção à base de soda/cal/sílica in-

cluem cerca de 10-15% em peso de Na_2O e cerca de 6-12% de CaO .

Além do vidro básico (por exemplo, ver a tabela 1 acima), durante a fabricação de vidro de acordo com determinadas modalidades exemplificativas da presente invenção, a batelada de vidro inclui materiais (corantes e/ou oxidantes ou similares) que tornam o vidro resultante de cor neutra e/ou de uma alta transmissão de luz visível. Esses materiais podem estar presentes nas matérias-primas (por exemplo, pequenas quantidades de ferro) ou podem ser adicionados aos materiais do vidro básico na batelada (por exemplo, érbio, sulfato de sódio impuro e/ou similares). Em determinadas modalidades exemplificativas da presente invenção, o vidro resultante apresenta uma transmissão visível (T_{vis}) de, pelo menos, cerca de 90%, mais preferivelmente, pelo menos, cerca de 90,4%, ainda mais preferivelmente, pelo menos cerca de 90,5%, possivelmente, pelo menos cerca de 90,6%; esses valores de transmissão podem ser obtidos, por exemplo, em uma espessura de vidro de referência não-limitativa de cerca de 6 mm.

Em determinadas modalidades exemplificativas da presente invenção, além da matéria-prima de vidro básico, a batelada de vidro compreende ou consiste essencialmente nos materiais referidos na Tabela 2 abaixo (em termos de percentual em peso da composição total de vidro).

Tabela 2: Exemplo de Batelada de Vidro

| Ingrediente | Em Geral (% em peso) | Mais Preferido | Mais Preferido |
|--|-------------------------|-------------------|-------------------|
| Ferro total (expresso como Fe_2O_3) | 0,02 - 0,10% | 0,03 - 0,09% | 0,05-0,065% |
| Óxido de érbio (por exemplo, Er_2O_3) | 0,02 - 0,15% | 0,02 - 0,08% | 0,03 - 0,07% |
| SO_3 | 0,25 - 0,40% | 0,26 - 0,36% | 0,27 - 0,33% |
| Óxido de titânio (por exemplo, TiO_2) | 0 - 2% | 0 - 1% | 0,01 - 0,1% |
| Óxido de cério (por exemplo, CeO_2) | 0 - 0,08% | 0 - 0,05% | 0 - 0,03% |
| Óxido de cobalto (por exemplo, Co_3O_4) | 0 - 0,4% | 0,001 - 0,1% | 0,001 - 0,002% |
| Óxido de neodímio (por exemplo, Nd_2O_3) | 0 - 0,4% | 0,001 - 0,1% | 0,001 - 0,002% |

A batelada é fundida e o vidro é formado usando o conhecido processo de flutuação. Opcionalmente, em determinadas modalidades exemplificativas da invenção, pequenas quantidades de outros materiais podem também ser adicionadas à batelada. Em determinadas modalidades exemplificativas, o vidro pode ser produzido usando uma batelada de redox (redução/oxidação), de cerca de +7 a +14, mais preferivelmente, de cerca de +9 a +12. Em determinadas modalidades exemplificativas da presente invenção, a batelada de vidro é altamente oxidada, de modo a proporcionar um vidro de alta oxidação. Materiais, tais como, um ou mais dos sais de Epsom, nitrato de sódio, gesso, nitrato de potássio, e/ou similares podem ser usados na batelada como agentes oxidantes, possivelmente, reduzindo a quantidade de entrada de carbono na batelada, a fim de fazer com que a batelada de redox se encontre no desejado número para fins de oxidação. A natureza oxidada do vidro resulta em um teor ferroso reduzido no produto final de vidro.

A quantidade total de ferro presente na batelada de vidro e no vidro resultante, isto é, na porção corante do mesmo, é aqui expressa em termos de Fe_2O_3 , em conformidade com a prática padrão. Entretanto, isso não implica que todo o ferro esteja realmente na forma de Fe_2O_3 (vide a discussão apresentada acima a esse respeito). Do mesmo modo, a quantidade de ferro no estado ferroso (Fe^{2+}), é aqui relatada como FeO , muito embora, todo o ferro do estado ferroso na batelada de vidro ou no vidro possa não se encontrar na forma de FeO . Conforme mencionado acima, o ferro no estado ferroso (Fe^{2+} ; FeO) é um corante azul-esverdeado, enquanto o ferro no estado férrico (Fe^{3+}) é um corante amarelo-esverdeado; e o corante azul-esverdeado é de particular preocupação, uma vez que como um corante forte, o mesmo introduz uma significativa coloração no vidro, o que, algumas vezes, pode ser indesejável, quando se procura obter uma cor neutra ou transparente.

A proporção de ferro total no estado ferroso (FeO) é usada para determinar o estado de redox do vidro, sendo o valor de redox expresso pela proporção de $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$, que é a percentagem em peso (%) de ferro no es-

tado ferroso (FeO), dividida pela percentagem em peso (%) do ferro total (expresso como Fe₂O₃) no vidro resultante. Em determinadas modalidades exemplificativas da presente invenção, o vidro pode apresentar um valor de redox de vidro (isto é, FeO/Fe₂O₃) de não mais que 0,20, mais preferivelmente, não mais que 0,15, ainda mais preferivelmente, não mais que 0,14 ou 0,13. Um valor de redox de vidro mais baixo (de modo oposto ao valor de redox da batelada) resulta em uma quantidade menor de ferro no estado ferroso no vidro.

A fim de compensar a cor provocada pelo ferro férrico resultante da opcional presença de um ou mais oxidantes na batelada, foi descoberto que a adição de óxido de érbio (por exemplo, Er₂O₃, ou de qualquer outra forma estequiométrica adequada) em determinados exemplos faz com que a cor do vidro resultante se torne mais transparente (por exemplo, o érbio faz com que o valor de a^* se aproxime do zero neutro). O óxido de érbio atua como um corante cor de rosa. Em particular, o óxido de érbio, aparentemente, atua para compensar fisicamente a cor do ferro, dessa forma, tornando a cor do vidro mais neutra, o que é desejável em determinadas modalidades exemplificativas da presente invenção, ao mesmo tempo em que permite ao vidro apresentar uma transmissão visível mais alta. Em particular, foi descoberto que o uso do referido óxido de érbio no vidro permite a obtenção de uma alta transmissão e um vidro de cor adequadamente neutra, sem ter de eliminar completamente o ferro do vidro.

Em determinadas modalidades exemplificativas, a quantidade de SO₃ na composição de vidro é aumentada, a fim de proporcionar um aumento da transmissão visível. O SO₃ pode ser provido no vidro mediante introdução de sulfato de sódio (impuro), NaSO₄, ou similar, na batelada do vidro, que proporciona o resultante SO₃ no vidro final. Surpreendentemente, foi descoberto que um aumento da quantidade de SO₃ em um vidro de alta transmissão inclui baixas quantidades de ferro e o óxido de érbio acarreta um aumento da transmissão visível sem sacrificar a cor neutra. Em determinadas modalidades exemplificativas da presente invenção, o vidro inclui cerca de 0,25 a 0,40% de SO₃, mais preferivelmente, cerca de 0,26 a 0,36% de

SO₃, mais ainda preferivelmente, cerca de 0,27 a 0,33% de SO₃. Em determinadas modalidades exemplificativas da presente invenção, é possível que a quantidade de SO₃ no vidro seja aumentada como resultado da oxidação no processo de batelada, e que a transmissão seja aumentada como resultado da diminuição de FeO; é possível se oxidar com uma mistura de nitrato e sulfato em certos exemplos alternativos, em cujo caso o teor de SO₃ no vidro pode ser menor, porém, a transmissão é ainda aceitável.

De acordo com determinadas modalidades exemplificativas da presente invenção, a presença opcional de uma pequena quantidade de óxido de cério (por exemplo, CeO₂) como oxidante na batelada de vidro pode atuar como um descorante químico, uma vez que durante a fusão da batelada de vidro, o ferro no estado ferroso (Fe²⁺; FeO) se oxida no estado férrico (Fe³⁺). Conseqüentemente, uma significativa porção da quantidade opcional de CeO₂ que pode ser adicionada à batelada de vidro original antes da fusão pode ser transformada durante a fusão em Ce₂O₃, que poderá estar presente no vidro final. A oxidação acima mencionada do ferro tende a reduzir a coloração do vidro e não diminui significativamente a transmissão de luz visível do vidro resultante (em certos exemplos, isso pode até aumentar a transmissão visível). É observado que também como o Fe₂O₃, o termo "óxido de cério" refere-se aqui ao óxido de cério total (isto é, incluindo óxido de cério em ambos os estados Ce⁴⁺ e Ce³⁺). Entretanto, de modo geral, o uso do óxido de cério por ser caro, não é desejado de se fazer em significativas quantidades, devido a ocorrência da coloração amarela e também ao custo despendido. Dessa forma, as opcionais quantidades de óxido de cério são mantidas bastante baixas ou em um valor zero, em determinadas modalidades exemplificativas da presente invenção.

É observado que o vidro de acordo com determinadas modalidades exemplificativas da presente invenção, é normalmente produzido através de um processo conhecido de flutuação, no qual um banho de estanho é utilizado. Assim, será observado pelos especialistas versados na técnica que como resultado da produção do vidro no estanho fundido, em determinadas modalidades exemplificativas, pequenas quantidades de estanho

ou óxido de estanho poderão migrar dentro de áreas superficiais do vidro, no lado que se encontra em contato com o banho de estanho durante a fabricação (isto é, tipicamente, o processo de flutuação pode apresentar uma concentração de óxido de estanho de 0,05% ou mais (em peso) nos primeiros microns abaixo da superfície que está em contato com o banho de estanho).

Diante do exposto acima, os vidros de acordo com determinadas modalidades exemplificativas da presente invenção obtêm uma cor neutra ou transparente e/ou uma alta transmissão visível. Em certas modalidades, os vidros resultantes de acordo com determinadas modalidades exemplificativas da presente invenção, podem ser caracterizados por uma ou mais das seguintes características transmissivas óticas ou de cor, quando medidas em uma espessura de cerca de 1 mm - 6 mm (mais preferivelmente, uma espessura de cerca de 0,219 polegadas (5,6 ou 6 mm); essa é uma espessura não-limitativa usada apenas para fins de referência) (L_{ta} significa transmissão visível em %).

Tabela 3 - Características de Determinadas Modalidades Exemplificativas

| Característica | Em Geral | Mais Preferido | Mais Preferido |
|----------------------------|----------------|----------------|--------------------------------|
| L_{ta} (III. C. 2 graus) | $\geq 90\%$ | $\geq 90,4\%$ | $\geq 90,5$ ou $90,6\%$ |
| % FeO | $\leq 0,015\%$ | $\leq 0,010\%$ | $\leq 0,009\%$ (ou $0,008\%$) |
| L^* (III. D65, 10 graus) | 90 - 100 | 95 - 98 | 96 - 97 |
| a^* (III. D65, 10 graus) | -0,8 a +0,8 | -0,5 a +0,4 | -0,4 a +0,3 |
| b^* (III. D65, 10 graus) | -0,8 a +0,9 | -0,5 a +0,7 | -0,3 a +0,6 |

Conforme pode ser observado da Tabela 3 acima, os vidros de determinadas modalidades exemplificativas da presente invenção obtêm desejadas características de cor transparente e/ou de alta transmissão visível, ao mesmo tempo em que não precisam que o ferro seja eliminado da composição de vidro. Isso pode ser obtido através da provisão singular das combinações de materiais aqui descritos.

Exemplos 1-5

A figura 1 ilustra as composições dos vidros dos Exemplos 1-5. Os Exemplos 1-5 na figura 1 são providos somente para fins ilustrativos, não

sendo pretendidos de serem limitativos. O Exemplo 1 indica a composição de um vidro conhecido, referido na linha de referência da figura 1. Por outro lado, os Exemplos 2-5 que se encontram nas quatro colunas à direita da figura 1, são exemplos considerados como da presente invenção.

5 Para os Exemplos 2-5, foram feitas fusões (130 g de vidro) em cacinhos de platina, sob temperatura de 1480°C durante 4 horas e as amostras foram fundidas dentro de moldes redondos de grafite, recozidos, cortados, polidos e medidos; a análise química foi feita por meio de XRF e o espectro do vidro foi referido em uma máquina Lambda 900. Os resultados ex-
10 perimentais são mostrados na figura 1. Pode ser observado da figura 1 que cada um dos Exemplos 2-5 obteve uma combinação de alta transmissão visível e uma cor adequadamente neutra. Além disso, pode ser observado que quantidades crescentes de SO₃ nesses vidros de alta transmissão incluíram pequenas quantidades de ferro e o óxido de érbio proporcionou
15 um aumento na transmissão visível sem sacrificar a cor neutra. Em particular, pode ser observado nos Exemplos 4 e 5, que maiores quantidades de SO₃ também proporcionaram um aumento na transmissão visível (comparando-se aos Exemplos 1-3 com menor teor de SO₃), sem sacrifi-
car a cor neutra.

20 Em determinadas modalidades exemplificativas da presente invenção, o vidro é substancialmente isento ou é isento de um, dois, três, quatro, cinco ou de todos os elementos dentre selênio, níquel, arsênio, chumbo, cério e/ou antimônio (incluindo os óxidos dos mesmos). Em determinadas modalidades exemplificativas da presente invenção, os vidros incluem de 0 a
25 0,01% em peso de um, dois, três, quatro, cinco ou de todos esses elementos (incluindo os óxidos dos mesmos), mais preferivelmente, não mais que 0,0010% dos mesmos, mais ainda preferivelmente, não mais que 0,0007% dos mesmos, e ainda mais preferivelmente, não mais que 0,0005% (ou não mais que 0,0001%) de um, dois, três, quatro, cinco ou de todos esses ele-
30 mentos (incluindo os óxidos dos mesmos). Além disso, em determinadas modalidades exemplificativas, o vidro, opcionalmente, pode ser substancialmente isento de MgO, embora o MgO possa ser introduzido dentro da bate-

lada na forma de sais de Epsom, ao invés de ser na forma de dolomita, como em certos exemplos realizados.

5 Uma vez dada a descrição acima, diversas outras características, modificações e aperfeiçoamentos se tornarão evidentes para um especialista versado na técnica. Tais características, modificações e aperfeiçoamentos são, portanto, considerados como fazendo parte da presente invenção, cujo escopo deverá ser determinado pelas reivindicações seguintes.

REIVINDICAÇÕES

1. Vidro, caracterizado pelo fato de que compreende:

| | Ingrediente | % em peso |
|----|---|--------------|
| 5 | - SiO ₂ | 67 - 75% |
| | - Na ₂ O | 10 - 20% |
| | - CaO | 5 - 15% |
| | - Ferro total (expresso como Fe ₂ O ₃) | 0,02 a 0,10% |
| | - Óxido de érbio | 0,02 a 0,15% |
| | - SO ₃ | 0,25 a 0,40% |
| 10 | - Óxido de cério | 0 a 0,08%, |

sendo que apresenta uma transmissão visível de pelo menos 90%, um valor de cor transmissiva a* de -0,8 a +0,8 e um valor de cor transmissiva b* de -0,8 a +0,9, e

sendo que compreende de 0,001 a 0,4% de óxido de cobalto e/ou óxido de neodímio.

2. Vidro, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende de 0-0,05% de óxido de cério, particularmente de 0-0,03% de óxido de cério.

3. Vidro, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende 0% de óxido de cério.

4. Vidro, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende:

| | | |
|----|---|--------------|
| 25 | - ferro total (expresso como Fe ₂ O ₃) | 0,03 a 0,09% |
| | - óxido de érbio | 0,02 a 0,08% |
| | - SO ₃ | 0,26 a 0,36% |
| | - óxido de cério | 0 a 0,05%. |

5. Vidro, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende:

| | | |
|----|---|---------------|
| 30 | - ferro total (expresso como Fe ₂ O ₃) | 0,05 a 0,065% |
| | - óxido de érbio | 0,03 a 0,07% |
| | - SO ₃ | 0,27 a 0,33% |
| | - óxido de cério | 0 a 0,03%. |

6. Vidro, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende de 0,26 a 0,36% de SO_3 , particularmente de 0,27 a 0,33% de SO_3 .

5 7. Vidro, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende uma quantidade inferior ou igual a 0,015% de FeO , particularmente uma quantidade inferior ou igual a 0,010% de FeO .

8. Vidro, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que apresenta uma transmissão visível de pelo menos 90,4%, um valor de cor transmissiva a^* de -0,5 a +0,4 e um valor de cor transmissiva b^*
10 de -0,5 a +0,7.

9. Vidro, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que apresenta uma transmissão visível de pelo menos 90,5%.

10. Vidro, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que é substancialmente isento de pelo menos três elementos dentre
15 selênio, níquel, arsênio, chumbo e antimônio.

11. Vidro, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que é substancialmente isento de cada um dos elementos dentre selênio, níquel, arsênio, chumbo e antimônio.

12. Vidro, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo
20 fato de que compreende de 0,001 a 0,1% de óxido de cobalto e/ou óxido de neodímio.

13. Vidro, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que apresenta um valor de redox de vidro ($\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$) de não mais do que 0,15.

| | 1 (linha de referência) | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------------------------------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Composição, % em peso de Óxidos | | | | | |
| SiO ₂ | 71.87 | 71.94 | 72.02 | 71.89 | 72.11 |
| Al ₂ O ₃ | 0.659 | 0.592 | 0.621 | 0.608 | 0.611 |
| Fe ₂ O ₃ | 0.060 | 0.060 | 0.059 | 0.059 | 0.058 |
| CaO | 9.19 | 9.05 | 9.11 | 9.12 | 9.06 |
| MgO | 4.17 | 4.15 | 4.09 | 4.21 | 4.19 |
| Na ₂ O | 13.48 | 13.69 | 13.45 | 13.51 | 13.55 |
| K ₂ O | 0.31 | 0.27 | 0.24 | 0.24 | 0.26 |
| SO ₃ | 0.224 | 0.232 | 0.208 | 0.273 | 0.301 |
| TiO ₂ | 0.066 | 0.058 | 0.051 | 0.049 | 0.062 |
| Er ₂ O ₃ | 0 | 0.050 | 0.060 | 0.055 | 0.055 |
| Propriedades Espectrais em 6 mm | | | | | |
| %T _{vis} (III C) | 89.94 | 90.01 | 89.92 | 90.66 | 90.78 |
| D _{65 L*} | 96.02 | 96.04 | 96.01 | 96.26 | 96.36 |
| D _{65 a*} | -0.89 | -0.50 | -0.41 | -0.32 | -0.29 |
| D _{65 b*} | 0.28 | 0.23 | 0.32 | 0.34 | 0.57 |
| %FeO | 0.0110 | 0.0112 | 0.0108 | 0.0083 | 0.0071 |

FIG. 1