

ARCO

FINESTRA

Jan/Fev/Mar - 2004 R\$ 12,00

36

McLaren Technology Centre
Norman Foster, Londres

Centro Empresarial Mário Henrique Simonsen
STA Arquitetura, Rio de Janeiro

Centro de eventos Marista Hall
Flávio Cardoso e Guilherme de Resende, Belo Horizonte

Filículas especiais para vidros

Cobre em fachadas e coberturas

Entrevista:
Paulo Eduardo de Campos

Diretores

Arlindo Mungiolli,
Luís Carlos Onaga

Editor

Arlindo Mungiolli

Editora executiva

Cida Paiva

Editor colaborador

Vicente Wissenbach

Redação

Gilmara Gelinski,
Marcos Luiz Fernandes
(revisor/preparador)

Consultoria técnica

Engenheiro Emílio Siniscalchi

Arte/Produção

Mauro Forte De Lucca
(editoração eletrônica),
Luís Eduardo Mungiolli (produção),
Gabriel Veiga Jardim
(assistente de arte)

Colaboram nesta edição

Alexandre Lipai, Antônio B. Cardoso,
Edson Fernandes, Edvaldo Sichieri,
Elio Madeira, Flávio Cardoso,
Guilherme Resende, Lucila Labaki,
Marcos Armani, Norman Foster,
Rosana Caram, Sérgio Teperman e
STA Arquitetura

Publicidade

Eros Lelet Filho

**Redação, publicidade,
administração**

Rua General Jardim, 703,
5º andar, conj. 51 - 01223-011,
São Paulo, SP, (11) 3123-3200

Fotolitos

First Fotolitos

Impressão

Bandeirantes

Finestra Brasil é uma publicação
da Arco Editorial Ltda., registrada de
acordo com a Lei de Imprensa.
Marca registrada.

Diretor responsável:

Arlindo Mungiolli

SUMÁRIO

ENTREVISTA

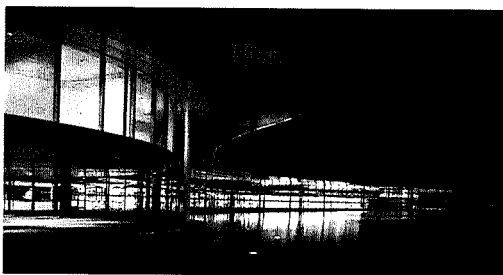
25

A revisão das normas de pré-fabricados de concreto e o desenvolvimento do mercado de painéis arquitetônicos são metas do arquiteto e mestre em engenharia civil Paulo Eduardo Fonseca de Campos, diretor técnico da Associação Brasileira da Construção Industrializada em Concreto (ABCIC)

INTERNACIONAL

Megaportal da Fórmula 1

30



O edifício do McLaren Technology Centre, em Londres, surgiu na mente do construtor de Fórmula 1 Ron Dennis e foi materializado pelo arquiteto Norman Foster, junto com o time dos sonhos da construção civil européia

/ ARQUITETURA E TECNOLOGIA

Fachadas criam barreira térmica 36



Os sete edifícios do Centro Empresarial Mário Henrique Simonsen, no Rio de Janeiro, têm fachadas com barreiras térmicas em pontos de maior incidência da luz solar. Projeto de STA Arquitetura

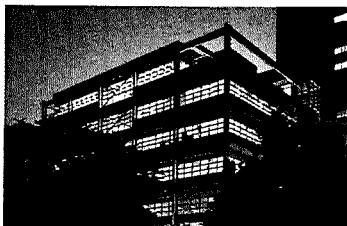
Recursos para conter o som

44

Vidros duplos de 28 milímetros e perfis preenchidos com chumbo e lã de vidro reforçam o conforto acústico do centro de eventos Marista Hall, em Belo Horizonte. Projeto de Flávio Cardoso e Guilherme Prado de Resende

Solução para obra rápida

50

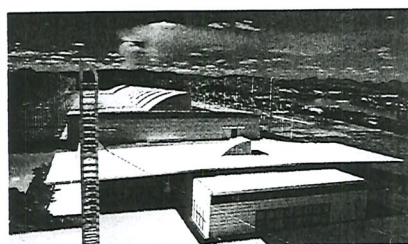


A adoção de estrutura metálica agilizou a obra do Conselho Regional de Química, em São Paulo. Projeto de Sérgio Teperman Arquitetura

Aço na indústria têxtil

56

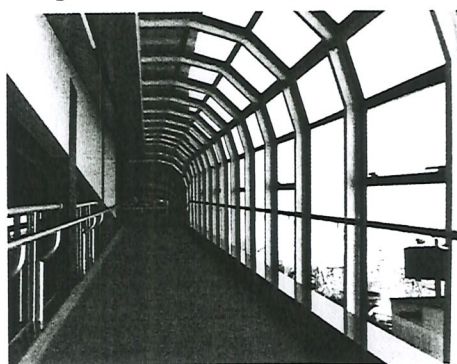
Construído com estrutura, cobertura e fechamentos metálicos, o edifício da PW



Brasil Export tem venezianas industriais e telhas translúcidas que garantem luz e ventilação em seu interior. Projeto de Elio Madeira Arquitetura

Transparências em área esportiva 62

O Clube Atlético Ypiranga, em São Paulo, ganhou um edifício com fachadas de vidro, protegidas por brises verticais, para abrigar o novo conjunto de piscinas aquecidas. Projeto de Archepraxis Arquitetos



/ TECNOLOGIA

Cobre em fachadas e coberturas 68



O cobre começa a conquistar o mercado de fachadas e coberturas com uma novidade: os painéis compostos desenvolvidos no Japão pela empresa Mitsubishi Chemical

Conforto térmico e efeito estufa 72

A transparência à radiação solar de vidros e policarbonatos é analisada em artigo dos professores Rosana Caram e Eduvaldo Sichieri, do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Escola de Engenharia de São Carlos, e Lucila C. Labaki, do Departamento de Arquitetura e Construção da Faculdade de Engenharia Civil da Unicamp

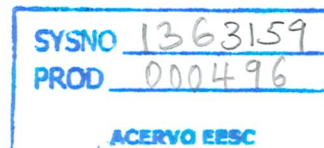
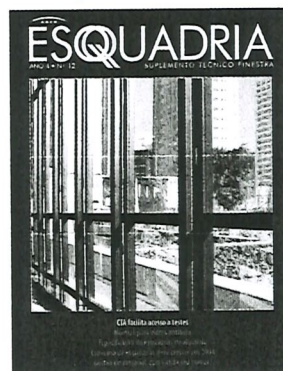
Na busca de soluções para atender às exigências de conforto ambiental no interior dos edifícios, os estudos de concepção das fachadas tornam-se importante aliado de arquitetos e projetistas. Um envoltório bem resolvido, tanto do ponto de vista conceitual, como sob os aspectos de detalhamento e especificação de sistemas e materiais, tem a propriedade de satisfazer as mais rigorosas necessidades de ventilação e iluminação. Mas, atualmente, não são apenas as sofisticadas torres de escritórios que exibem soluções engenhosas em suas fachadas. Indústrias, centros de eventos e clubes desportivos também passaram a buscar propostas mais elaboradas, como mostramos em projetos publicados nesta edição. A composição das fachadas dos sete edifícios do Centro Empresarial Mário Henrique Simonsen, no Rio de Janeiro, criou barreiras térmicas em pontos de maior incidência da luz solar. Em Belo Horizonte, no centro de eventos Marista Hall, vidros duplos de 28 milímetros e perfis preenchidos com chumbo e lã de vidro reforçam o conforto acústico. Um prisma irregular, vedado com três concepções de desenhos, construídos com vidros de vários formatos e dimensões, caixilhos de alumínio e grelhas de granito, compõe a pele que envolve o edifício Birmann 31, o mais recente exemplar da série de edificações com a assinatura Birmann, em São Paulo.

Mas nada se compara à fachada do McLaren Technology Centre, em Londres, que exibe a excelência das tecnologias aeronáutica e automobilística, em peças esbeltas de alumínio de liga especial ou em hastes de aço inoxidável, originalmente utilizadas para reforçar os McLaren Mercedes da Fórmula 1. Um sonho do construtor de carros de corrida Ron Dennis que deverá, no futuro, transformar-se em referência para projetos de edifícios industriais.

SEÇÕES

Fax Finestra	6
Destaques	12
Artigo	75
Produtos e Sistemas	78

ESQUADRIA 12



Passarela	83
Mercado	88
Normas técnicas	92
Gestão empresarial	94
Afeal	96

CONFORTO TÉRMICO E EFEITO ESTUFA

A transparência à radiação solar de vidros e policarbonatos é analisada neste artigo preparado pelos professores Rosana Caram e Eduvaldo Sichieri, do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Escola de Engenharia de São Carlos, e Lucila C. Labaki, do Departamento de Arquitetura e Construção da Faculdade de Engenharia Civil da Unicamp.

O uso de materiais transparentes em fachadas de edificações, adotado sem o necessário cuidado com o ingresso de energia solar no ambiente interno, tem se revelado, nas últimas décadas, um dos grandes causadores de desconforto térmico, principalmente em climas quentes como o do Brasil. É também um dos grandes fatores de consumo excessivo de energia para refrigeração e condicionamento do ar. Esses materiais se caracterizam por seu comportamento específico em relação à radiação solar, ou de onda curta: transmitida pelos vidros, ela penetra nos ambientes e é absorvida pelas superfícies internas, provocando elevação de sua temperatura e a conseqüente emissão de radiação de onda longa, para a qual o vidro é opaco. Esse resultado, conhecido como efeito estufa, implica diretamente significativo acúmulo de densidade de energia térmica no interior das edificações.

O efeito térmico das superfícies envidraçadas depende muito das propriedades espectrais dos vidros que as compõem: de acordo com a cor e o tipo de

vidro, a transmissão ocorre em diferentes proporções nas regiões do espectro solar - ultravioleta, visível e infravermelho próximo (Labaki et al., 1995). Recentemente, têm sido introduzidos no mercado novos tipos de vidros, bem como películas de controle solar e outros materiais transparentes, como os policarbonatos.

Vidros e policarbonatos

Em comparação com os vidros, os policarbonatos constituem material de envidraçamento praticamente inquebrável. Sua grande resistência ao impacto proporciona proteção eficaz contra roubos, vandalismo, impacto de quedas ocasionais de objetos ou pessoas. Segundo os fabricantes, o policarbonato é cerca de 250 vezes mais resistente que o vidro (GE Plastics, s/d). Aliada a essas vantagens, ele propicia liberdade de desenho arquitetônico das edificações, pois pode ser curvado a frio, o que não ocorre com o vidro. A chapa de policarbonato chega plana na obra e se "conforma" sobre as estruturas da edificação.

missão luminosa e a ocorrência, na mesma edificação, de fachadas com diferentes tonalidades e transparências, dependendo da orientação.

Realizados pela GE - um dos fabricantes do material com grande inserção no mercado mundial -, ensaios com o objetivo de analisar a resistência do policarbonato a intempéries (GE Plastics, s/d) mostram que, passados cinco anos, o índice de amarelecimento detectável visualmente levaria o policarbonato, antes transparente, a ser caracterizado como translúcido. A figura 1 ilustra o efeito de amarelecimento do policarbonato, em função do tempo de exposição solar. O índice de amarelecimento é representado através de coeficiente delta, que varia de 1 a 5.

Transparência à radiação solar

Resultados referentes à transparência à radiação solar do policarbonato incolor, verde, bronze, cinza e azul (Caram, 1998) mostram que todos apresentam opacidade completa à região ultravioleta do espectro (tabela 1). Esta é a mais importante quando se trata de especificação de fachadas para museus, acervos, ateliês, bibliotecas e vitrines em geral. Não há diferença, portanto, se o projetista opta por policarbonato incolor ou de qualquer uma das cores oferecidas, quando se trata de evitar a penetração do ultravioleta no ambiente.

No entanto, há diferença no que diz respeito à reprodutibilidade das cores do que é exposto no recinto, no caso de vitrines, museus ou outra atividade em que a reprodução das cores seja importante. Esse aspecto é relevante, principalmente se o policarbonato escolhido for escuro - como o bronze e o cinza, os que apre-

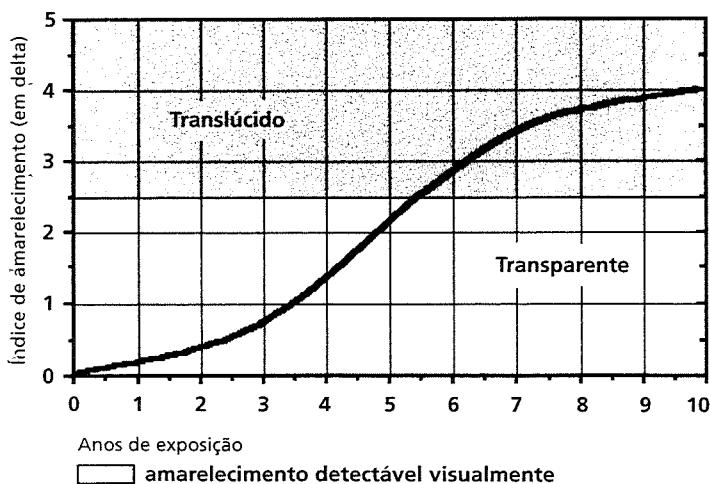


Figura 1 - Índice de amarelecimento de policarbonatos
Fonte: Manual técnico da GE, s/d

Amostras	Transmissão relativa ao intervalo característico (%)			Transmissão total da amostra
	UV	Visível	IV	(%)
Policarbonato incolor	0	84	85	67
Vidro incolor	38	86	70	72
Policarbonato verde	0	67	81	63
Vidro verde	16	68	40	45
Policarbonato bronze	0	49	66	51
Vidro bronze	11	49	54	52
Policarbonato cinza incolor	0	28	56	41
	12	46	43	42
Policarbonato azul	0	69	84	64

Tabela I - Transmissão da radiação nos intervalos do ultravioleta, visível e infravermelho

Fonte: Caram, 1998

sentam a menor transparência ao visível (49% e 28%, respectivamente).

Para a região do infravermelho próximo, considera-se a transmissão no intervalo de 780 nm a 1 500 nm, o mais relevante em termos da energia solar que atinge a superfície terrestre. Nesse intervalo, os percentuais variam de 56% a 85%, o que mostra elevada transparência ao infravermelho.

Quando se compara o desempenho dos policarbonatos ao dos vidros float, a transmissão na região do infravermelho nos policarbonatos é bem maior (Caram, 1998). Pelos dados da tabela 1, observa-se que para o policarbonato incolor a transmissão é de 85% e para o vidro incolor, de 70%. O policarbonato cinza transmite 56%, contra 43% do vidro de mesma coloração. No caso do policarbonato bronze, o índice é de 66%, contra 54% do vidro.

O exemplo que melhor mostra o erro que se pode cometer ao supor que esses materiais apresentariam desempenho térmico semelhante numa edificação é a comparação da transmissão no infravermelho para o policarbonato e o vidro verdes. O primeiro transmite 81% do infravermelho incidente. Já o vidro verde comum apresenta boa atenuação nessa faixa no espectro, transmitindo 40%.

Catálogos de policarbonatos ressaltam o fato de esse material ser melhor isolante térmico que o vidro. Realmente, sua condutividade térmica é bem mais baixa, cerca de 0,21 W/mK (GE Plastics, s/d), contra 1,2 W/mK para o vidro (Rivero, 1985). Portanto, a trans-

missão de calor por condução é menor. No entanto, o desempenho dos materiais transparentes, nesse aspecto, deve ser avaliado não somente pela resistência térmica, mas, sobretudo, por sua capacidade de transmitir, absorver ou refletir o fluxo da energia solar incidente, em particular na região do infravermelho, quando se pretende minimizar o ganho de calor solar.

A baixa condutividade térmica em materiais transparentes é muito relevante quando se pretende o isolamento de ambientes calafetados, onde o ar se encontra aquecido e é necessário evitar perda de calor para o exterior. Nesse caso, o uso de policarbonato é adequado, principalmente com caixilhos duplos.

Radiação de onda longa

Além das informações sobre a transmissão espectral dos materiais transparentes à radiação solar, é fundamental conhecer seu comportamento em relação à radiação de onda longa. O infravermelho longínquo varia de 5 000 a 10⁶ nm (Ansi/IES, 1986), porém a região correspondente ao infravermelho ambiente vai de 7 000 a 13 000 nm. Essa é, portanto, a área de interesse para o estudo do desempenho térmico das edificações. Sabe-se que o vidro é opaco à radiação de onda longa. Em relação aos policarbonatos, porém, há informações desencontradas. Provavelmente pelo fato de ser um plástico, e alguns tipos de plástico serem transparentes a essa radiação, encontram-se na literatura afirmações sobre a alta transparência do policarbonato à onda

longa, não ocorrendo, portanto, com eles, o efeito estufa.

Para esclarecer o comportamento dos policarbonatos em relação ao IV longínquo, análises óticas foram realizadas com um espectrofotômetro IR Bomem, que permite varrer o espectro de radiação eletromagnética no intervalo de 2 500 a 25 000 nm. As amostras foram ensaiadas nesse intervalo, mas com destaque para a região entre 7 000 e 13 000 nm, a qual corresponde ao infravermelho longo relativo ao ambiente.

Foram analisados o policarbonato cristal (plano) de quatro milímetros de espessura e o policarbonato alveolar. Como referência, analisou-se também o vidro plano de quatro milímetros. O estudo espectrofotométrico contempla, então, esses dois materiais, vidro e policarbonato, na região do infravermelho, do intermediário ao longo.

O policarbonato alveolar é constituído de duas lâminas delgadas e um espaço de ar entre elas. A amostra ensaiada consistia em apenas uma dessas lâminas. Portanto, na prática a opacidade verificada seria ainda maior. Seu estudo teve como objetivo verificar o efeito da espessura na transmissão da radiação infravermelha longa.

Os resultados obtidos são apresentados nas figuras 2, 3 e 4, referentes, respectivamente, ao policarbonato plano, ao policarbonato alveolar e ao vidro. A escala horizontal inferior corresponde ao comprimento de onda em cm⁻¹ e a superior em nanômetros. Nos gráficos apresentados devem ser observadas com maior detalhe as regiões do espectro localizadas entre 7 000 e 13 000 nm, relativas ao infravermelho ambiente.

Os gráficos mostram claramente que tanto o policarbonato plano como o alveolar são totalmente opacos ao infravermelho longo, assim como o vidro. A transmissão apresentada para os três materiais é de 0%. São, portanto, totalmente opacos à região entre 7 000 e 13 000 nm. Assim, todos esses materiais produzem o efeito estufa.

É importante observar que a transmissão espectral para o policarbonato pla-

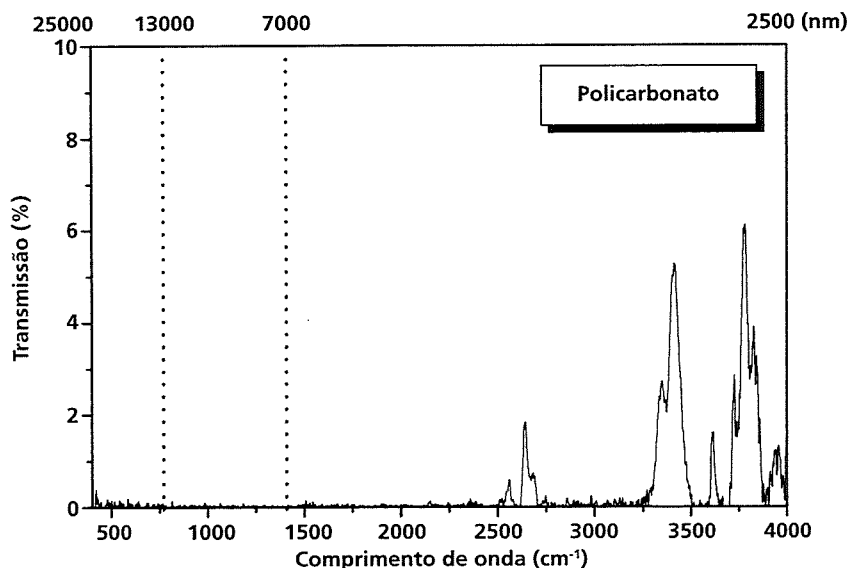


Figura 2 - Curva de transmissão espectral do policarbonato plano ao infravermelho longo (7 000 a 13 000 nm)

no é apresentada em porcentagem, numa escala que vai até 10%.

Observa-se no gráfico que a opacidade do policarbonato ao infravermelho independe da espessura, pois, mesmo sendo a escala da transmissão espectral até 100%, na região de interesse para o ambiente construído a transmissão é zero.

O vidro foi analisado nesse estudo como uma referência, pois é fato amplamente conhecido o efeito estufa que provoca. É interessante, porém, observar experimentalmente sua opacidade ao infravermelho longo. O vidro transmite mais do que o policarbonato na região entre 2 500 e 4 000 nm, porém é totalmente opaco no intervalo correspondente à radiação térmica emitida pelos corpos à temperatura ambiente.

Conclui-se, portanto, que o chamado efeito estufa ocorre não só com os vidros, mas também com o emprego de policarbonatos na fachada de edificações. Sua utilização, portanto, deve ser adotada com critério pelos projetistas, tendo em vista o conforto térmico no ambiente construído e a eficiência energética nas edificações.

Referências bibliográficas

Ansi/IES (1986): *American National Standard - Nomenclature and definitions for illuminating engineering*, Nova

York; Caram, R. M. (1998): "Caracterização ótica de materiais transparentes e sua relação com o conforto ambiental em edificações", tese de doutorado, Unicamp, Campinas, pp. 86-88; GE Plastics (s/d): *Manual técnico* (não paginado); Givoni, B. (1976): *Man, climate and architecture*, Elsevier, Londres; Labaki, L. C., Caram, R. M. e Sichieri, E. P. (1995): "Os vidros e o conforto ambiental", em 3^o Encontro Nacional/1^o Encontro Latino-Americano - Conforto no ambiente construído - Gramado/RS, 1995. Anais, São Paulo, pp. 215-220; Rivero, R. (1985): *Arquitetura e clima: acondicionamento térmico natural*, D. C. Luzzatto Ed., Porto Alegre, p. 177.

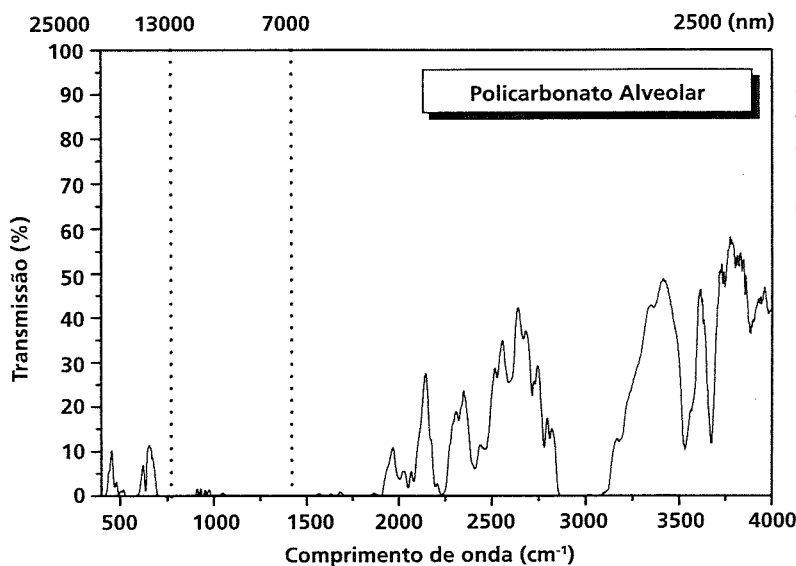


Figura 3 Curva de transmissão espectral do policarbonato alveolar ao infravermelho longo (7 000 a 13 000 nm)

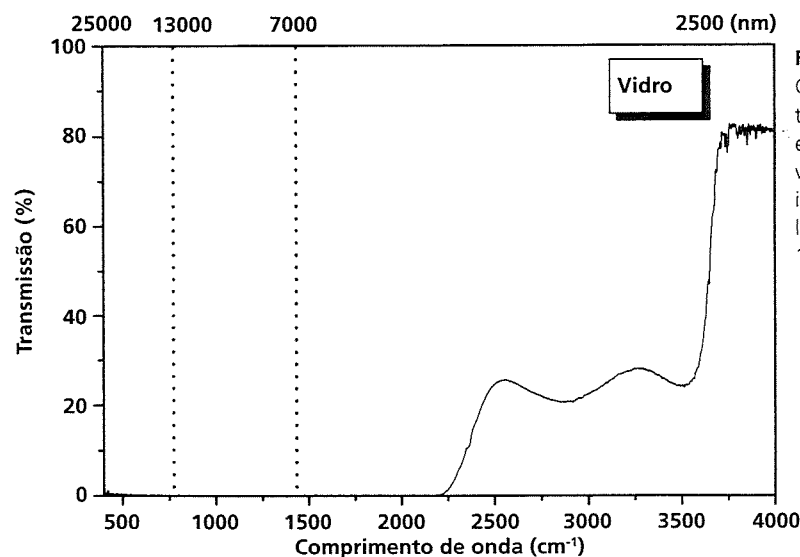


Figura 4 Curva de transmissão espectral do vidro plano ao infravermelho longo (7 000 a 13 000 nm)