

RECICLAGEM DE VIDROS NO BRASIL: UM PANORAMA GERAL

Ana C. M. Rodrigues

Oscar Peitl

*Universidade Federal de São Carlos
Departamento de Engenharia de Materiais*

I. INTRODUÇÃO

PRODUÇÃO DE EMBALAGENS DE VIDRO NO BRASIL

O Brasil conta com uma capacidade prática instalada para a produção de embalagens de vidros de 1.048 mil ton/ano (dados de 1996 e 1997). No entanto, a produção Brasileira de embalagens de vidros ainda está aquém deste número, tendo atingido a cifra de 860 e 890 mil ton/ano, em 1996 e 1997 respectivamente, revelando, nestes anos, um crescimento de 3,5 % daquele setor. No entanto, pode-se observar, neste mesmo período, uma redução no faturamento (de 690 para 670 milhões de reais¹) e no número de empregos diretos relacionados ao setor (de 7,20 mil em 1996 para 6,5 mil em 1997). Porém, projeta-se, para os anos de 1998 a 2000, um aumento considerável nos investimentos do setor de embalagens, assim como para os demais setores de vidros no Brasil. Nos anos de 1996 e 1997 estes investimentos foram, no setor de embalagens, de U\$S 20 e 182 milhões respectivamente, sendo que a projeção para os anos de 1998 a 2000 leva ao número de 250 milhões de dólares.

Enquanto o Brasil importou, de janeiro a setembro de 1998, 18,22 mil toneladas de embalagens de vidro, no valor de U\$S 22,71 milhões (FOB), as exportações no mesmo período foram de 7,68 mil toneladas e geraram U\$S 4,8 milhões (1).

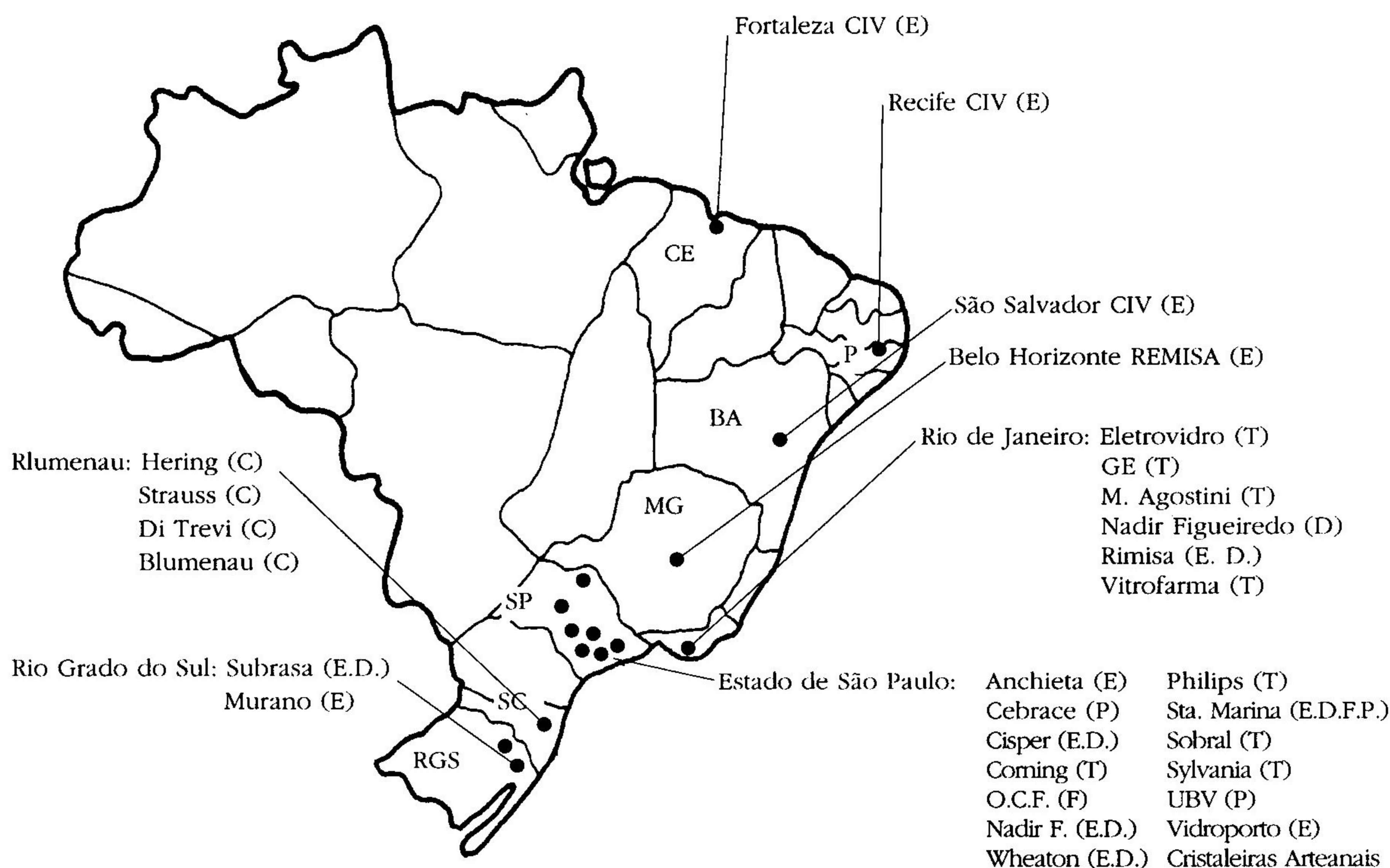
Estimando-se a produção de 1998 igual à de 1997, pode-se calcular o consumo² de embalagens de vidro no Brasil, que atinge 904 mil ton/ano. Considerando os dados da população Brasileira (IBGE³-1996), chega-se a um consumo de embalagens de vidro de 5,75 kg per capita e por ano.

Este número coloca o Brasil em posição baixa no ranking do consumo de vidros no mundo. Por exemplo, o maior consumidor de vidro per capita é a França, com 65,44 kg/ano. Seguem-se

Alemanha e Portugal com 50,39 e 44,25 kg/ano, respectivamente. Mais abaixo encontram-se Suíça e Reino Unido com 33,84 e 29,37 kg/ano respectivamente.

A localização geográfica das principais indústrias de vidro no Brasil encontra-se na figura 1.

Figura 1
Localização geográfica das indústrias de vidro no Brasil.
A letra E indica o setor de embalagens



P: Vidro plano; E: Embalagem; D: Doméstico; F: Fibras; T: Técnicos; C: Cristais ao chumbo

Para a elaboração deste relatório, foram coletados dados das seguintes empresas: *a)* em São Paulo: Companhia Vidraria Santa Marina, Nadir figueiredo e Wheaton; *b)* no Rio de Janeiro: Companhia Industrial São Paulo e Rio - Cisper; *c)* no nordeste (Bahia e Pernambuco): Companhia Industrial de Vidros – Civ. É importante mencionar que as companhias Santa Marina, Cisper e Civ juntas são responsáveis por 90% da produção de embalagens de vidro no Brasil.

1.2. Associações ligadas à indústria de vidro e à reciclagem

A Abividro (2), Associação Técnica Brasileira das Indústrias Automáticas de Vidro, fundada em abril de 1962, é formada por 18 empresas que se dedicam à produção automática de vidro. Seu objetivo principal é estimular o contínuo aprimoramento técnico daquela atividade industrial e representá-la nos seus interesses comuns.

A Abividro é responsável por várias publicações no setor vidreiro. Entre outras, já publicou diversos anuários, sendo o mais recente o de 1998, e um Manual de Reciclagem de Vidro, atualmente esgotado. Está em estudo uma nova edição desta publicação.

No passado, a Abividro também dava suporte para os programas de reciclagem de vidro, enquanto que, hoje em dia, esta função foi transferida para as indústrias. Assim, o setor de reciclagem da Abividro passou a ter como objetivo estimular e orientar a implantação de projetos de reciclagem. Por exemplo, sempre visando tirar o vidro usado do meio ambiente, a Abividro pode colocar em contato prefeituras interessadas na coleta seletiva e/ou reciclagem do vidro com possíveis compradores, que são as indústrias de vidro associadas. Campanhas ligadas a uma entidade beneficente, que recebe o produto da venda do vidro, são freqüentes. Assim, a campanha possui, além de um objetivo ambiental, objetivos sociais e filantrópicos e o cidadão que dela participa contribui tanto para a preservação do seu meio ambiente quanto para a manutenção de alguma entidade com fins sociais.

Outra associação ligada à reciclagem que deve ser mencionada é o Cempre (3) – Compromisso Empresarial para Reciclagem. O Cempre congrega 13 empresas e é uma instituição sem fins lucrativos que visa promover a reciclagem dentro de uma visão de gerenciamento integrado de resíduos sólidos. O Cempre é também responsável por algumas publicações sobre temas ligados à reciclagem. Destacam-se os cinco “Cadernos de Reciclagem”, um deles dedicado à coleta seletiva nas escolas. A “ficha técnica” nº 6 trata do material vidro e suas principais características relacionadas à reciclagem. O Cempre publica também a série “Reciclagem e Negócios”.

2. TRATAMENTO DO VIDRO RECICLADO: LEGISLAÇÃO

O Brasil apresenta, atualmente, uma carência severa e penosa de legislação sobre resíduos sólidos urbanos, sendo que o tema encontra-se em discussão em âmbitos Federal e Estadual.

Como consequência, os programas de coleta seletiva e/ou reciclagem são informais e em geral de alcance municipal. Estes programas podem ser administrados por agências governamentais, como prefeituras, e também não governamentais, como cooperativas de sucateiros e outras Organizações Não Governamentais (ONGs).

Os problemas começam na organização das coletas, pois apenas 81 municípios Brasileiros possuem coleta seletiva de lixo sendo que alguns municípios apresentam o PEV, Programa de Entrega Voluntária. No caso específico do vidro, que é um material pesado, outro grande problema reside no transporte das embalagens a serem recicladas.

3. RECICLAGEM DE VIDROS NO BRASIL - ALGUNS NÚMEROS

Atualmente, da produção de embalagens de vidro no Brasil, 35% (280 mil ton/ano) são reciclados, isto é, volta para o forno das indústrias; 35% são reutilizados, retornáveis ou reaproveitados, e 30% ainda vão para o meio ambiente. É sobre estes 30% que vão para os lixões que as campanhas de coleta seletiva ou de reciclagem devem agir.

Do total de embalagens recicladas, 18% são gerados por engarrafadores (i.e, o cliente da indústria de vidro que retorna embalagens danificadas à própria vidraria), 36 % por sucateiros e apenas 2% provêm de campanhas de coleta seletiva ou de campanhas promovidas por vidrarias. Os 44% restantes representam o caco interno, gerado nas fábricas e reaproveitados no fabrico de novas embalagens.

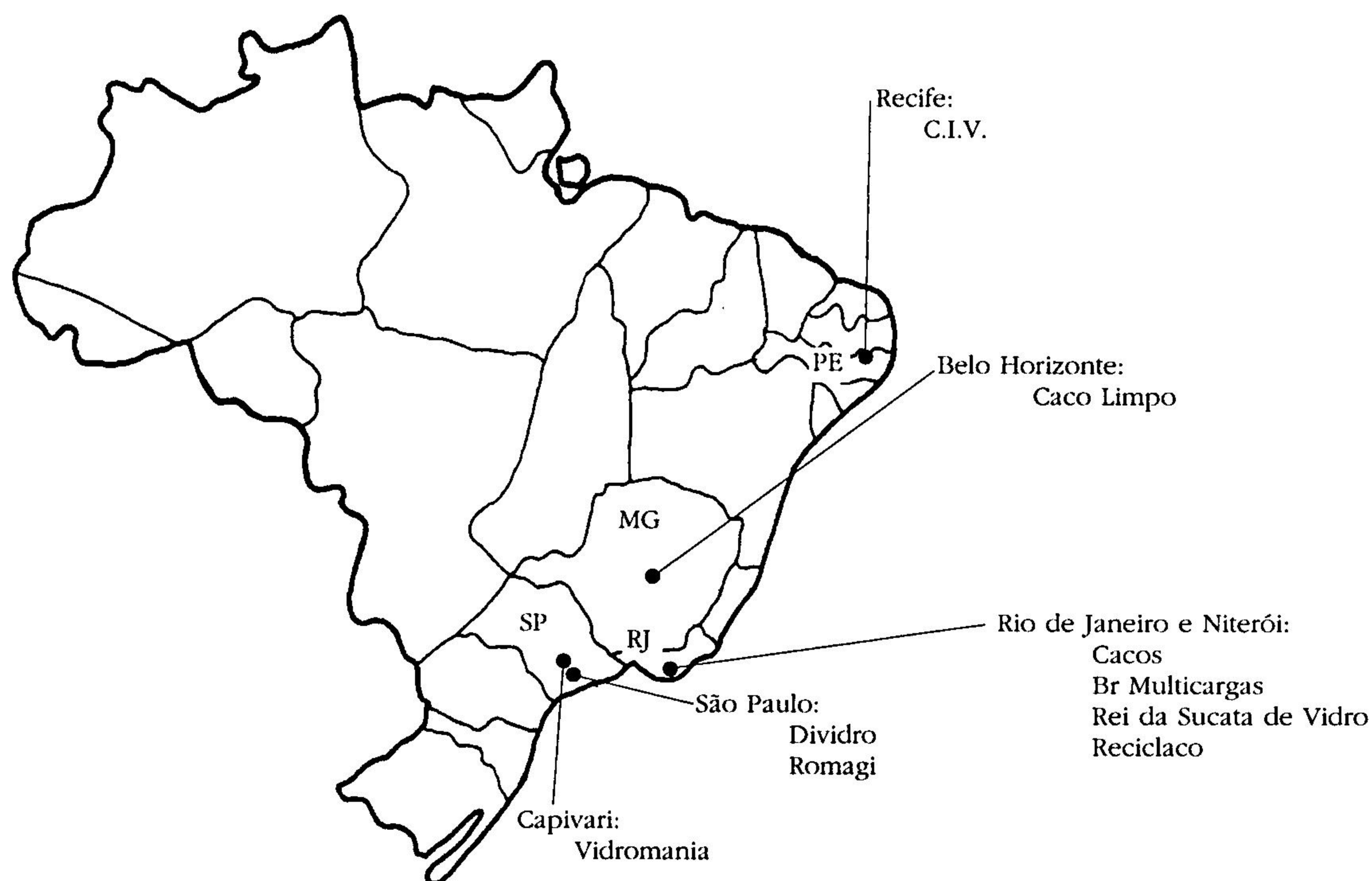
As empresas consultadas para a realização deste relatório, utilizam de 2 a 70% de caco de vidro em suas composições, dependendo do tipo de vidro a ser fabricado. Para vidro âmbar e verde,

a porcentagem de caco externo chega a 18%, sendo que o restante é caco próprio. No caso de vidro incolor, somente é utilizado caco próprio, e a porcentagem total é menor, ficando em 20%. A Cisper, no Rio de Janeiro declara que já chegou a utilizar até 80% de caco na composição para vidro âmbar. Alguns estudos mostram que é possível empregar composições com até 90% de caco, sem perda da qualidade do vidro.

É importante registrar que, todas as indústrias contatadas querem utilizar em suas formulações, mais vidro reciclado do que elas empregam atualmente. Assim, apesar de o Brasil não importar caco de vidro, se houvesse mais caco limpo e beneficiado disponível no mercado, este caco seria facilmente absorvido pelas indústrias. Atualmente, o limite de utilização de caco de vidro provém de sua disponibilidade no mercado e não de problemas técnicos ligados à fabricação. Este fato representa um grande estímulo para a ampliação e divulgação das campanhas de reciclagem de vidro e do sistema de coleta seletiva de lixo.

Atualmente, poucas são as indústrias vidreiras que comprem o caco de vidro sujo para beneficiá-lo e posteriormente utilizá-lo como matéria prima. Em geral, as grandes indústrias preferem terceirizar este serviço. Conta-se no Brasil, 8 plantas externas de beneficiamento de caco, localizadas nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais. Em Recife, no estado de Pernambuco, a Civ possui uma planta interna a uma de suas fábricas de vidro. A Figura 2 indica a distribuição geográfica destas empresas que beneficiam o vidro. Mais adiante será apresentado a título de exemplo, o sistema de trabalho de uma destas empresas.

Figura 2
Localização geográfica das empresas beneficiadoras de vidros no Brasil



O preço do caco sujo no Brasil varia em torno de R\$ 30,00/ton a R\$ 40,00/ton, quando colocado na empresa beneficiadora (entre U\$S 17 e U\$S 24 em maio de 1999), enquanto que o preço do caco limpo gira em torno de R\$ 65 a 70 por tonelada, dependendo da região do Brasil (entre U\$S 38 e U\$S 41 em maio de 1999).

É importante salientar que o caco de vidro limpo e beneficiado é considerado uma matéria prima nobre, cujo emprego traz vantagens e tende a reduzir custos na fabricação do vidro. Assim, não é de se admirar que muitas empresas pagam pela tonelada do caco beneficiado valor igual ou superior ao que elas pagariam pela tonelada de mistura de matéria prima virgem. As empresas beneficiadoras de vidro, atendem apenas parcialmente à demanda das indústrias vidreiras. O gargalo está nos sistemas de coleta que ainda não atingiram plena eficiência. Assim, se mais caco sujo chegasse às plantas de beneficiamento, mais caco limpo elas entregariam às indústrias vidreiras que poderiam usar maior porcentagem de caco de vidro em seus fornos. Há muito o que fazer ainda, para tornar mais eficiente a coleta e reciclagem de vidros no Brasil.

4. MECANISMOS DA RECICLAGEM DE VIDROS NO BRASIL

Já que não há legislação em resíduos sólidos no Brasil, diversos são os mecanismos pelos quais as embalagens usadas retornam às indústrias de vidro. Neste contexto, os sucateiros e os catadores de lixo desempenham um papel fundamental. Os sucateiros são, em geral, abastecidos por uma rede de “catadores” que vão de casa em casa comprando vidro, ou simplesmente o “catam” na rua e nos lixões. Após juntarem uma quantidade razoável de vidro, vendem o material para as vidrarias ou centros de beneficiamento.

Um exemplo destes sucateiros, é a Coopamare - Cooperativa de Catadores de Aparas e Materiais Recicláveis. A Coopamare compra o vidro sujo dos catadores a 2 centavos o kg (R\$ 20,00 / ton) e o revende a empresas de beneficiamento a R\$ 30/ton . A Coopamare possui também um carro tipo furgão, que faz, toda noite e de bar em bar, a coleta de embalagens vazias em um determinado bairro de São Paulo, com alta concentração de bares. Além de contribuir para a reciclagem do vidro, os sucateiros possuem um papel social importante, que é o de reintegrar os “catadores” à sociedade, dando-lhes um trabalho de reconhecida importância. Lembramos que 36% do caco que retorna às indústrias de vidro no Brasil é fornecido por sucateiros.

Outros mecanismos de retorno do caco às indústrias envolvem os programas de coleta seletiva de lixo, e campanhas de reciclagem de vidro. Um problema sempre presente quando se trata de reciclar vidros, é o custo do seu transporte, já que o vidro é um material pesado. Este problema ainda não está equacionado, e diversas soluções surgem. Em cidades onde existe o Programa de Entrega Voluntária (PEV), as indústrias de beneficiamento são responsáveis pela coleta (transporte) do vidro a ser reciclado. Algumas indústrias também se encarregam de manter containers em locais estratégicos para a população depositar seus vasilhames. Estes containers fazem parte de programas específicos de reciclagem e nem sempre permanecem por períodos de tempo significativos. Ou seja, após algum tempo, pelas dificuldades de transporte ou de manutenção dos containers, as campanhas simplesmente perdem fôlego e importância, e acabam “morrendo”. Os containers são, então, removidos.

5. EXEMPLO DE UMA EMPRESA BENEFECIADORA: A VIDROMANIA

A Vidromania, localizada em Capivari no estado de São Paulo, fornece caco de vidro limpo e beneficiado à Companhia Vidraria Santa Marina.

O beneficiamento do caco de vidro compreende as seguintes etapas: o vidro é primeiramente lavado em água corrente, o que exige, muitas vezes, o tratamento posterior desta água. Nota-se que esta etapa não seria possível em alguns países Europeus, como por exemplo Alemanha, em que o preço da água é elevado. Em seguida, procede-se à etapa de trituração, em que se obtém pedaços de 5 a 10 cm². Os cacos passam então por 3 etapas de seleção magnética, em que se usa um eletroímã para se retirar os metais ferrosos. Segue-se então a seleção manual, onde o caco é transportado por esteiras, e as impurezas separadas manualmente.

Ainda não existe, no Brasil, separação, automática ou manual, por cor. Para que o caco de vidro beneficiado seja entregue à indústria separado por cor, é necessário que ele tenha sido comprado, antes do beneficiamento, já separado por cor. Caso contrário, o caco beneficiado é vendido misturado.

No caso da Vidromania, a tolerância de impurezas no caco beneficiado é de 100g por tonelada, ou seja, 0,01%. Estima-se que antes do beneficiamento, o caco sujo apresenta 10% de seu peso como impurezas. Existe uma preocupação constante com a melhora do processo de beneficiamento e conseqüentemente da qualidade do caco limpo. Este seria um tema relevante de estudo, de interesse e aplicação imediata.

6. UTILIZAÇÃO DO VIDRO RECICLADO: VANTAGENS E DESVANTAGENS

Parece consenso geral de que a utilização de caco de vidro aumenta a vida útil do forno e traz economia de energia. Porém, em alguns casos, quando o caco apresenta como impurezas metais pesados como chumbo e estanho (provenientes, em geral do lacre de garrafas de vinho), por estes serem mais densos e fluidos do que o vidro acabam indo ao fundo do forno e causando a corrosão acelerada do mesmo. A presença de alumínio também provoca danos, uma vez que este metal é capaz de reduzir sílica a silício metálico. Neste caso, o uso do caco diminuiria a vida útil do forno. Aliás, é importante salientar que a grande maioria das desvantagens no emprego do caco para a fabricação do vidro provém de suas impurezas. Um caco limpo, sem impurezas e de granulometria apropriada, não apresentaria desvantagens para seu uso.

Outras vantagens técnicas no uso do caso compreendem: a) recuperação rápida do nível do vidro nos fornos em momentos em que a produção exige mais volume; b) possibilidade de elevação mais rápida da temperatura (recuperação); c) acelera as correntes de convecção durante a fusão, o que permite maior homogeneidade do vidro; d) diminui a corrosão no refratário, por se trabalhar a temperaturas mais baixas; e) diminui o tempo e a quantidades de produtos necessários para o refino.

Algumas desvantagens poderiam ser mencionadas, como por exemplo: a) o teor de ferro do caco é maior do que o da matéria prima virgem (impurezas); b) há necessidade de correção do teor de sódio com adição de aproximadamente 2% a mais de barrilha, em relação à composição da matéria prima virgem; c) a presença de caco fino promove fusão muito rápida, o que acarreta a formação de massa muito viscosa na boca do forno, dificultando o seu carregamento.

Outra vantagem importante que a reciclagem do vidro apresenta está em uma questão de marketing. Um dos grandes apelos para o uso de embalagens de vidro, é a sua reciclabilidade. Assim, esta reciclagem deve ser efetiva e não apenas “teórica” por uma questão de coerência. De que adiantaria divulgar que o vidro é 100% reciclável, se as indústrias não conseguissem efetivamente reciclá-lo? Do ponto de vista ecológico e ambiental, vale a pena mencionar que a reciclagem do vidro contribui para manter o meio ambiente limpo. Aliás, mesmo que não se recicle o vidro, este não é um resíduo tóxico por decomposição. É também importante dizer que, devido a sua reciclabilidade, as embalagens de vidro não geram resíduos que se acumulam.

7. EXEMPLOS DE EMPRESAS BRASILEIRAS QUE RECICLAM O VIDRO

7.1 Nadir Figueiredo

Breve Apresentação

A empresa Nadir Figueiredo (NF) é de capital Brasileiro e produz embalagens de vidro e utensílios domésticos como copos, pratos, tijelas, formas, etc. incolores e coloridos. As cores podem ser dadas na massa do vidro ou por recobrimento polimérico. A produção diária atual desta empresa é aproximadamente de 350 ton (130 Mt/ano). Ela dispõe de quatro fornos (I, II, III e IV) contínuos, sendo que dois operam constantemente produzindo vidros incolores. Atualmente, estão sendo extraídos 60, 120, 55 e 90 ton/dia respectivamente. A NF produz três tipos básicos de vidros: Incolor Baixo Ferro (IBF), designado como “cristalino”, Incolor Alto Ferro (IAF) e Coloridos. O vidro IBF apresenta teor de ferro menor que 0,025%, enquanto no IAF este teor não ultrapassa a 0,06%.

Reciclagem

A NF utiliza cacos de vidro reciclado de duas fontes; Interna e Externa. O caco interno é proveniente do rejeito durante as várias etapas de fabricação, como será detalhado a seguir. O caco externo é proveniente de empresas distribuidoras.

7.1.1. Caco Externo

Um comentário importante a se tecer sobre os cacos reciclados refere-se às empresas que o comercializam. Estas empresas “sucateiras” são aquelas que efetuam coletas em “Ferros Velho” promovem a seleção e distribuem para as grandes empresas como a NF. No Brasil a falta de profissionalismo destas empresas é muito grande, por exemplo, o próprio dono é quem dirige o caminhão de entrega. O sistema de separação de impurezas é visual utilizando muita mão de obra com baixo rendimento. Felizmente esta situação tende a mudar rapidamente com o aumento da demanda de reciclados de melhor qualidade (especificações exigidas). O grande agente propulsor desta alteração é a enorme lucratividade destas empresas.

O caco é adquirido via um contrato de fornecimento sob especificação do cliente (NF). A especificação técnica da qualidade do caco externo na NF é de que seja lavado, britado com granulometria entre 10 e 30 mm e o teor de ferro máximo admitido é de 0,12%.

A NF consome diariamente entre 75 a 100 t/dia de caco externo, que representam entre 5.400 a 7.100 dólares/dia (2,2 milhões de dólares por ano). Devido ao que foi exposto acima, a NF não tem possibilidade de empregar o caco externo diretamente em seu sistema produtivo sem

proceder sua classificação através de um controle de qualidade próprio. O controle é efetuado em cada remessa (caminhão) de caco por amostragem de 0,2% da carga (50 kg). O principal parâmetro de análise é a quantidade de ferro.

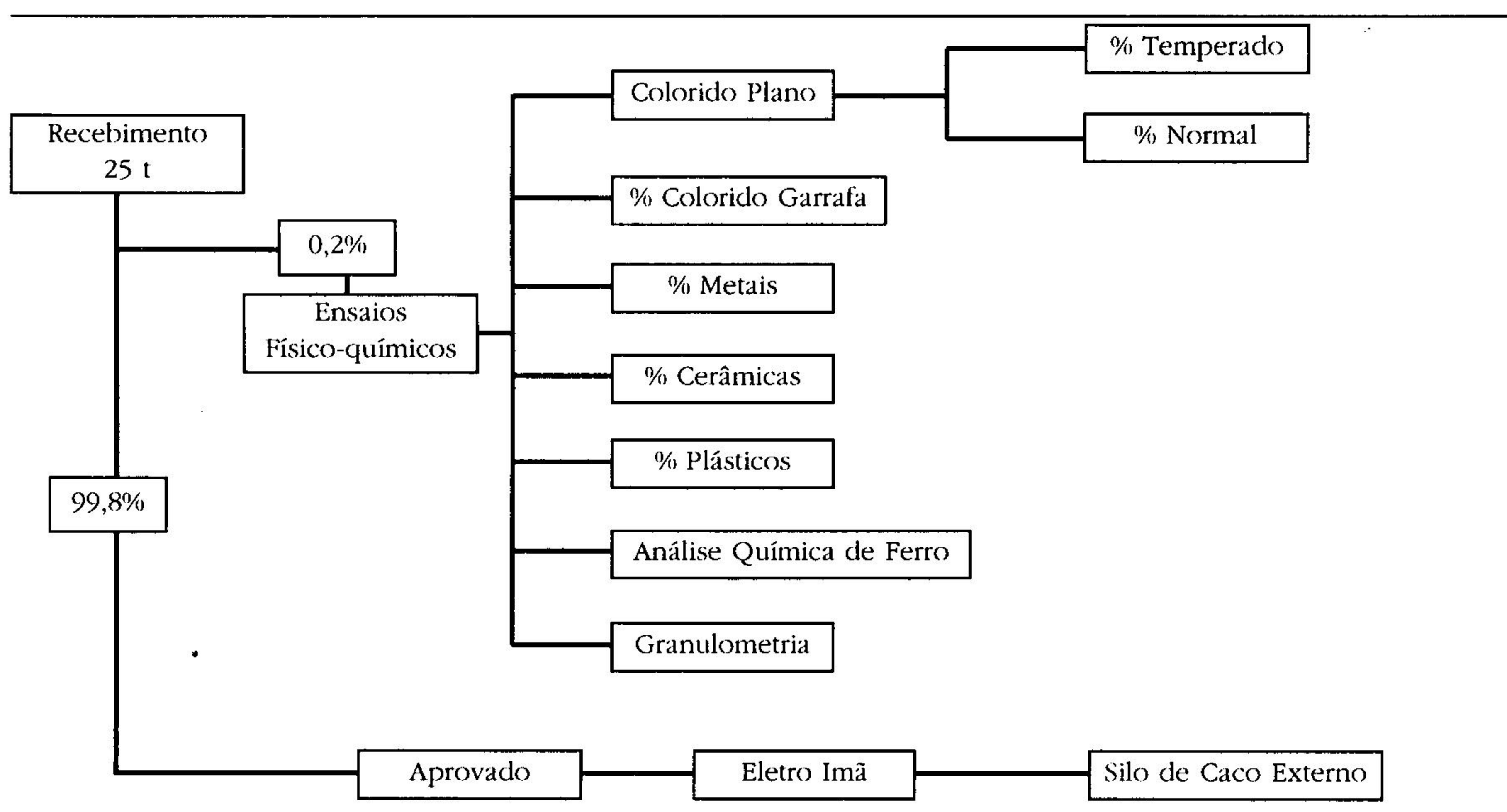
Apesar de ser especificado o máximo do teor ferro em 0,12%, quando a remessa ultrapassa este limite, o lote não é rejeitado pela NF. Neste caso a empresa procede a uma mistura parcial com o caco interno de maior pureza. Portanto, não existe descarte do caco proveniente das sucateira. Entretanto, cabe ressaltar que mesmo o vidro IAF possui teor de ferro inferior (metade) ao do caco externo, o que torna necessário, a mistura com o caco interno de maior pureza.

O fluxograma I exhibe os ensaios utilizados no controle do caco externo empregado pela NF. A NF utiliza o caco externo somente para a produção de vidro incolor de elevado ferro (IEF) e colorido, a especificação de cada um se diferencia somente na quantidade de vidro colorido presente no lote. A tabela I apresenta as especificações dos cacos para os vidros incolor de alto ferro e colorido.

Tabela I
Especificação do Caco Externo segundo sua Utilização

Utilização	Teor de Ferro Max. (%)	Cerâmicas, Metais, Plásticos, Max. (%)	Vidros Coloridos Max. (%)
Incolor (IAF)	0,12	2	2
Colorido	0,12	2	sem limite

Figura 3
Fluxograma dos Ensaios Efetuados nos Cacos Externo



7.1.2. Caco interno

O caco interno é proveniente basicamente de quatro fontes:

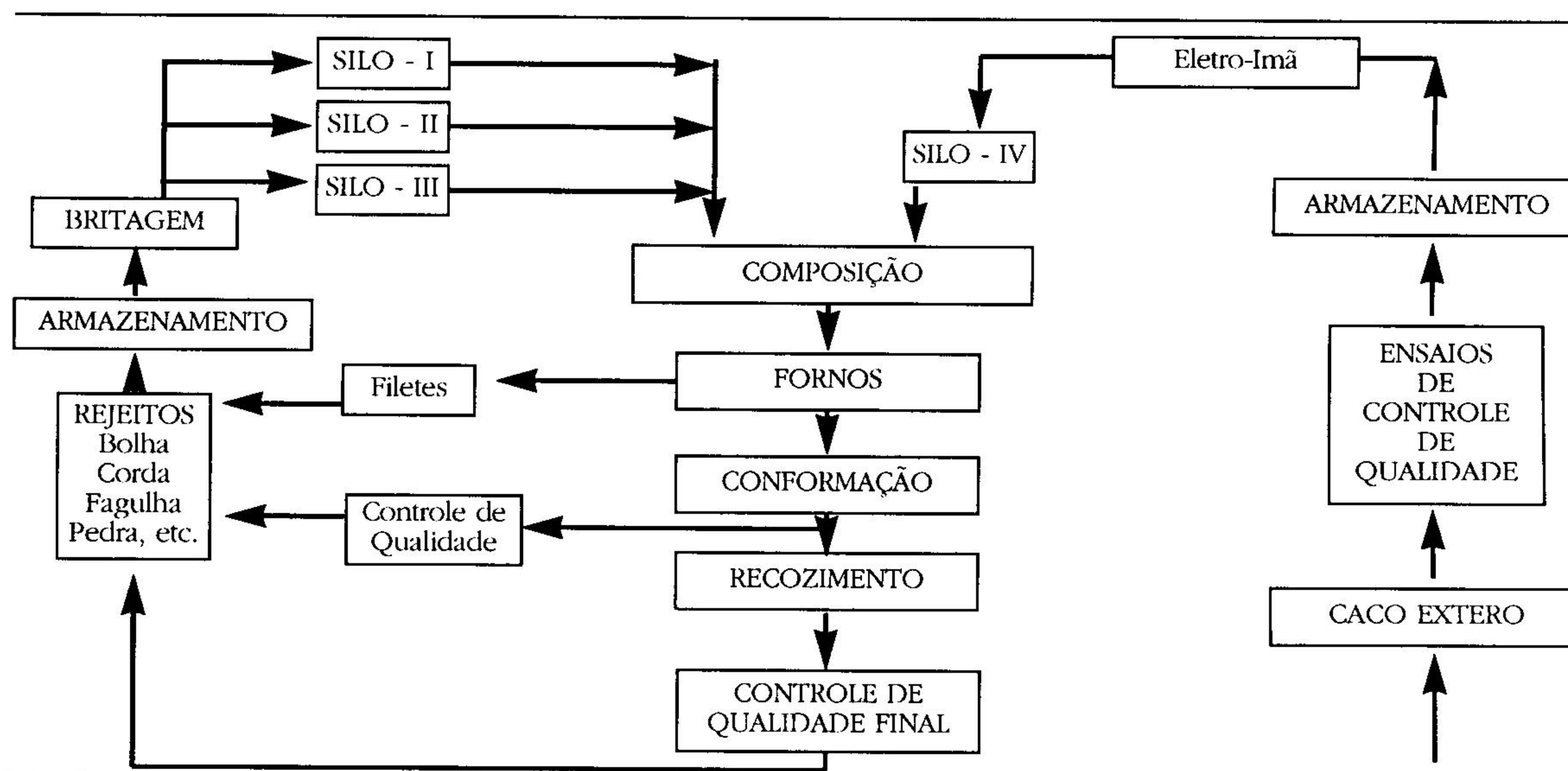
- A) Rejeito de Quebra
- B) Rejeito de Produção com Defeito
- C) Filetamento
- D) Retorno de Clientes (Devolução)

Das fontes mencionadas a menos conhecida é o filetamento que consiste no procedimento empregado durante a interrupção da produção para reparo das máquinas ou troca dos moldes. Nesse caso, o fluxo de vidro produzido pelos fornos contínuos é desviado e resfriado por jato de água e retorna como rejeito ao processo produtivo. Este procedimento é inevitável uma vez que nos fornos contínuos a extração do vidro fundido não pode ser interrompida. Na figura II está esquematizado como o vidro filetado dos fornos retorna como material reciclado.

É importante também destacar alguns procedimentos empregados pela NF que geram caco reciclados para a venda e utilização interna:

- I) A NF produz diversos padrões de vidros coloridos. Quando ocorre a mudança de uma cor para outra, o vidro de transição não é reutilizado (reciclado) para a fusão, tomando-se, portanto, refugo desta indústria que o vende para outras indústrias.
- II) O retorno de clientes passa por um novo controle de qualidade dentro da N.F., sendo que a parte aprovada volta para a venda e a parcela rejeitada é utilizada como caco interno. Normalmente, a maior devolução é observada nas embalagens para alimentos, que possuem exigências estreitas principalmente com relação à limpeza do frasco.

Figura 4
Fluxograma Geral da Utilização de Reciclados na NF



A NF processa a seleção individual dos três tipos de vidro básico produzidos Internamente, Colorido, IAF e IBF. A quantidade de caco interno reaproveitado diariamente, em função da composição é:

<i>Tipo do Vidro</i>	<i>Quantidade (T/dia)</i>
Incolor Alto Ferro (IAF)	20-30
Incolor Baixo Ferro (IBF)	8
Colorido	5

Como pode ser observado a produção máxima de caco interno é de apenas 43 ton/dia que representa aproximadamente 30% da necessidade diária da N.F.. Portanto, é essencial para a N.F. o uso de caco externo, em quantidade iguala 30% de toda a sua produção de vidro.

A tabela II apresenta a produção diária dos quatro fornos de fusão com a quantidade de reciclados empregados em cada um.

Tabela II
Produção diária dos fornos e quantidade de caco reciclado empregado

<i>Forno</i>	<i>Tipo de Vidro</i>	<i>Produção (t/dia)</i>	<i>Quantidade de caco utilizado (interno + externo) (t/dia)</i>	<i>Percentual de caco (interno + externo) (%)</i>
I	Colorido	65	45	69
II	IAF	125	62	50
III	IBF	60	5	8
IV	IAF	90	30	33
Total		340	142	42

A N.F. apresentou as vantagens e desvantagens tecnológicas no processo produtivo com a utilização dos reciclados, que foram descritas anteriormente no item VI deste informe.

Nota-se que as poucas desvantagens são amplamente superadas pelas vantagens. Além vantagens tecnológicas citadas, as econômicas são realmente as mais importantes, pois minimizar os custos de produção é um dos objetivos de toda empresa moderna. Existe também as vantagens ambientais, já que, com a utilização do caco, a quantidade de lixo diminui, preservando o ambiente. E finalmente, existe também a vantagem social pois a reciclagem gera empregos e recursos para os que fazem a coleta e até para os distribuidores.

Como exemplo de economia, foi citado pela N.F., quando a produção de um de seus fornos trabalha com apenas 10% de caco reciclado ele consome 14.000 m³ de gás/dia, que representa U\$S 0,053 /ton. Ao passo que, elevando-se para 75% o uso de caco, este custo cai para U\$S 0.036 /ton. Outro bom exemplo de economia é com relação à matéria prima virgem que custa U\$S 92 /ton, enquanto que o custo do caco reciclado externo é de U\$S 71 /ton.

Para concluir sobre a importância dos reciclados basta reproduzir a seguinte afirmação "A empresa não conseguiria sustentar a sua produção atual sem a presença do caco reciclado".

7.2. *Wheaton do Brasil*

A Wheaton é uma empresa exclusivamente de embalagens que produz frascos para a indústria farmacêutica e de cosméticos. Esta empresa é marcada pela enorme variedade de geometria de frascos produzidos. Para exemplificar, nas 12 máquinas IS em operação, ocorrem diariamente, pelo menos 3 mudanças de moldes. A Wheaton produz vidro colorido e incolor, totalizando atualmente 200 ton/dia. Desta produção, 75 ton/dia correspondem a vidro colorido e 125 ton/dia a vidro incolor.

7.2.1. *Caco externo*

Esta empresa utiliza muito pouco caco de origem externa em sua produção, apenas 4 ton/dia, que representam 2% da sua produção total. Ela não processa nenhum controle de qualidade no caco comprado. Entretanto, sua especificação é rígida, empregando somente cacos de determinados vasilhames que reconhecidamente não alteram seu processo produtivo (caco com origem conhecida). Com este tipo de especificação o custo do caco se torna muito maior que o pago normalmente, atingindo praticamente o mesmo valor da matéria prima virgem: U\$ 87,5 /ton contra U\$ 91,6 /ton para a matéria prima virgem. Esta especificação rígida é um reflexo direto das normas para embalagens de produtos farmacêuticos tais como: antibióticos, xaropes, e soluções aquosas das mais diversas.

O caco externo somente é empregado na produção do vidro ambar ou colorido, nunca para o incolor e representa 5% do total dos coloridos.

7.2.2. *Caco interno*

A Wheaton procede à reciclagem de sua quebra de produção e de seu rejeito de controle de qualidade.

O caco interno é empregado tanto para a produção do vidro incolor como dos coloridos. Nos vidros coloridos, que representam 75 t/dia, é utilizado 15% (11,1 t/dia) de caco interno, onde 10% (7,5 t/dia) é proveniente dos frascos que recebem decoração (silk screen) e podem ser incolores ou coloridos. Enquanto que para o vidro incolor é empregado 30% de caco (37,5 t/dia).

A tabela III
Utilização de cacos reciclados na produção da Wheaton

Tipo Vidrio	Produção (t/dia)	Caco Externo	Caco Interno Decorado		Porcentagem %
			Sim	Não	
Colorido	75	4	7,5	11	30
Incolor	125	-	-	37,5	30
Total	205	4	7,5	48,7	30

Além das vantagens normais já apresentadas a Wheaton destaca que não há problemas com defeitos devido à utilização dos reciclados já que somente são empregados cacos de elevada qualidade.

Em relação às desvantagens, considera-se que o preço elevado do caco externo de alta qualidade é o fator limitante no seu emprego. O caco disponível no mercado a preços mais acessíveis apresentam grande quantidade de impurezas e composição variável devido a suas diversas origens (mistura com vidro temperado, plano, etc.), e originam uma série de problemas de processo e defeitos indesejados. Portanto a Wheaton sente a falta de regulamentação do setor através de normalização da qualidade desta importante matéria prima.

7.3. Vidraria Santa Marina

A Santa Marina, subsidiária da Saint Gobain francesa, produz aproximadamente 1000 ton/dia somente em embalagens, mas seus produtos abrangem todas as áreas da vidraria exceto a cristaleria. A Santa Marina emprega cacos de origem interna e externa na produção de vidro colorido e somente caco interno na produção de vidro incolor.

7.3.1. Caco externo

O caco externo é fornecido pela Vidromania, que faz o beneficiamento do vidro. Em 1997 a Santa Marina utilizou 67.200 toneladas de cacos, sendo que 36.000 em São Paulo e 31.200 no Rio Grande do Sul. O principal problema da qualidade do caco de origem da coleta seletiva são as impurezas, como tampas de garrafas e pedras.

Tabela IV
Uso de caco nas composições da Santa Marina no ano de 1997

Tipo de Vidro	Utilização de Caco (%)	
	Externo	Interno
Incolor	—	20
Verde	18	20
Âmbar	18	20

Após recebimento, o caco externo é submetido a um controle de qualidade, no qual é feita uma análise química e também determinada as quantidades de impurezas (infusíveis, metais ferrosos, metais não ferrosos, e material orgânico) e de vidros coloridos na amostragem.

Entre os problemas mencionados pela Santa Marina, envolvendo o emprego de cacos, pode-se citar: defeitos de homogeneidade; defeitos de cor; defeitos de massa; controle de redox e refino, corrosão do forno e aparição de metais. Entretanto, seus esforços estão no sentido de se empregar um caco limpo e homogêneo para minimizar estes problemas.

A tendência da Santa Marina é de aumentar a utilização do caco, impulsionada por fatores econômicos e de marketing (o vidro é reciclável). Por uma questão de coerência, a indústria vidreira deve de fato reciclar o vidro, e não apenas divulgar que ele é reciclável. Até o momento, não houve por parte da Santa Marina estudos para relacionar os defeitos presentes nas peças com a utilização dos cacos. No entanto, ela propõem alguns temas para pesquisa que seriam relevantes a todas as indústrias vidreiras que atualmente utilizam caco de vidro em suas composições:

- Influência do caco na vida útil do forno.
- Que porcentagem de defeitos incorporados são oriundos do caco?
- Métodos para beneficiar o caco.

- Usinas de tratamento – equipamentos para separar o caco por cor.
- Maior quantidade e qualidade na coleta seletiva e no saneamento público.

7.4. Cisper

A Cisper produz atualmente 900 ton/dia de embalagem de vidro em suas unidades de São Paulo e Rio de Janeiro. A empresa mantém mais de 100 programas de coleta e reciclagem naqueles estados.

A Cisper emprega caco próprio e caco externo em suas composições em quantidades que variam segundo o tipo de vidro fabricado. O caco externo é adquirido já beneficiado e também separado por cor. Em 1996 a empresa produzia embalagens âmbar com até 80% de caco externo. Hoje, a produção de vidro âmbar emprega em torno de 68% de caco (composto apenas por cacos da cor âmbar) enquanto que a produção do vidro branco emprega 20% de caco externo (de cor branca).

O preço do caco limpo e beneficiado pago pela empresa é de R\$ 65 (U\$S 39 em maio de 1999) por tonelada, independente da cor. Este preço pode ser equivalente ao da matéria prima, pois o caco, quando devidamente beneficiado e limpo é considerado uma matéria prima nobre, que traz vantagens à produção.

8. CONCLUSÕES

O tema reciclagem de vidros desperta grande interesse tanto da comunidade vidreira quanto de organizações preocupadas com o meio ambiente. No Brasil, onde não existe ainda legislação sobre resíduos sólidos urbanos, a coleta se dá por mecanismos diversos, informais, organizada tanto por sucateiros e associações não governamentais, quanto pelas próprias indústrias vidreiras. Em alguns casos, encontram-se prefeituras comprometidas com este processo através de campanhas beneficentes, em que o produto da venda do vidro é revertido para alguma entidade com fins sociais.

Mesmo assim, estima-se que 35% das embalagens de vidro produzidas no Brasil são recicladas. Incluem-se, neste número, o rejeito das fábricas e o retorno de vidros de clientes. Percebe-se então que a reciclagem de vidros no Brasil fica aquém de muitos países Europeus mas é superior aos números de outros países da América latina, ficando bem próximo ao desempenho dos Estados Unidos.

A reciclagem de vidros traz benefícios econômicos às indústrias de vidros. Estudos parecem concordar em que o emprego de caco de vidro aumenta a vida útil do forno e reduz gastos com energia para fusão. A maioria das grandes empresas terceirizam o beneficiamento do caco de vidro, e podem pagar por ele valor igual ou superior ao que pagariam pela matéria prima virgem. O caco de vidro limpo é então considerado matéria prima nobre.

Atualmente, o emprego do caco de vidro na composição das vidrarias está limitado pela sua disponibilidade no mercado. Se mais vidro fosse coletado e beneficiado, maior seria a porcentagem de caco empregado pelas indústrias, que possuem interesse em aumentar a quantidade de vidro reciclado. Desta forma, as campanhas de coleta seletiva e reciclagem de vidro podem e devem ser incentivadas e novos mecanismos de retorno do vidro às indústrias devem ser estudados e testados. Estes mecanismos poderiam ser facilitados por uma legislação adequada.

9. AGRADECIMENTOS

Nossos agradecimentos vão para todos aqueles que tornaram possível a realização deste informe, e em especial para: Marcos Fagundes (Abividro), André Vilhena (Cempre), Lúcia Moreira (Cisper), Eduardo F. de Paula (Coopamare), Noel Nóbrega Pinto (Nadir Figueiredo), Mauro Akerman (Santa Marina), Jânio Janguies e Julio Pedrazzi (Civ), Luis D. Campaci (Vidromania), Edison J. Toporcov (Wheaton).

10. BIBLIOGRAFÍA

- 1) Dados disponíveis através do SISCOMEX (Sistema de Comércio Exterior) e fornecidos pela ABIVIDRO.
- 2) <http://www.abividro.org.br>
- 3) <http://www.cempre.org.br>

NOTAS

1. Em maio de 1999, após a desvalorização de janeiro de 1999, 1 real = 1,66 US dólar. Porém, na época de compilação destes dados, em 1996 e 1997 a cotação do dólar oscilou entre R\$ 1,00 e R\$ 1,20.

2. Para estes cálculos, considerou-se: Consumo = produção + importações – exportações. Os dados de importação e exportação de 1998 foram projetados para 12 meses, considerando-se a média por mês constante.

3. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.