



ICTR 2004 – CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM RESÍDUOS E
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Costão do Santinho – Florianópolis – Santa Catarina

RESISTÊNCIA QUÍMICA DE RESÍDUOS SÓLIDOS GALVÂNICOS VITRIFICADOS.

A. C. da Silva
S. R. H. Mello-Castanho

PRÓXIMA

Realização:



ICTR – Instituto de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável
NISAM - USP – Núcleo de Informações em Saúde Ambiental da USP



RESISTÊNCIA QUÍMICA DE RESÍDUOS SÓLIDOS GALVÂNICOS VITRIFICADOS

A. C. da Silva⁽¹⁾; S. R. H. Mello-Castanho⁽²⁾
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
Av. Lineu Prestes, 2242 - Cidade Universitária
CEP: 05.508-900 - São Paulo/SP
dasilva.ac@uol.com.br

RESUMO

Resistência química de resíduos sólidos galvânicos vitrificados

A avaliação da resistência química é o principal parâmetro para a validação de processos para o tratamento de resíduos industriais perigosos e, neste trabalho, é apresentado um estudo da resistência química dos resíduos sólidos galvânicos vitrificados. A inertização por vitrificação é uma interessante opção tecnológica para o tratamento de resíduos sólidos galvânicos, classe I (ABNT-Associação brasileira de normas técnicas), os quais contém metais pesados. Partindo-se de matérias-primas de baixo custo, entre elas resíduo de sílica de filtros-manga e finos de feldspato, realizou-se modificações na composição básica de vidros tipo soda-cal, obtendo-se vidros com até 40% em massa de resíduo sólido galvânico adicionado, com temperaturas de fusão de 1500°C. Os vidros obtidos foram caracterizados por fluorescência de raios X e difração de raios X. A estabilidade química dos vidros foi avaliada utilizando-se os ensaios de resistência hidrolítica, ao ataque ácido e, ao ataque alcalino. Os vidros obtidos apresentaram boa homogeneidade, e resistência química superior em meios ambientalmente agressivos quando comparados com a composição similar sem adições de resíduos.

Palavras-chaves: resíduos sólidos industriais, galvânicos, vidros , ambiente.

(2) Msc. Tecnologia Nuclear-Materias (3) Dra. Engenheira de Materiais

INTRODUÇÃO

A vitrificação é uma alternativa interessante para diminuir ou eliminar a periculosidade dos resíduos sólidos galvânicos (Classe I - NBR 10004⁽⁰¹⁾), pois permite incorporá-los em matrizes quimicamente inertes. Em adição, há sempre a possibilidade do material resultante, ser utilizado como matéria-prima na fabricação de bens de consumo, tornando este processo atrativo sob o ponto de vista econômico.

O processo de vitrificação, simula a formação dos vidros naturais, tais como as rochas vítreas vulcânicas, que mesmo contendo elementos tóxicos, são basicamente materiais inertes⁽⁰²⁾. Esta tecnologia é aplicada para o processamento de rejeitos radioativos⁽⁰³⁾, e estudada para inertização de diversos tipos de resíduos^(04,05,06,07).

O vidro tem sido utilizado para esta aplicação devido ao arranjo estrutural de seus átomos que permite incorporar em sua composição e, desta forma, inertizar com facilidade, vários elementos da tabela periódica, incluindo os íons de metais pesados. O vidro também apresenta boa estabilidade química às ações do meio ambiente, característica esta, bastante interessante para a finalidade de inertização⁽⁰⁸⁾.

Embora o vidro seja um material quimicamente estável, o estudo do comportamento de dissolução deste material é particularmente importante na previsão de sua integridade quando o mesmo é utilizado principalmente para inertizar componentes perigosos^(03,09). A resistência química nos vidros é definida pela dificuldade de remoção de seus constituintes em função de sua interação com o meio onde se encontra⁽¹⁰⁾. A avaliação da resistência química de um vidro é realizada a partir de ensaios de resistência hidrolítica (ataque por água), resistência a meios ácidos e alcalinos. O processo de dissolução é irreversível⁽⁰⁸⁾, e a complexidade da composição do vidro influencia fortemente este comportamento^(10,11,12).

A corrosão de um vidro ocorre em geral, por um limitado número de processos, que são influenciados basicamente pelo pH do meio de ataque⁽¹⁰⁾. Os mecanismos de corrosão podem ser divididos, em quatro etapas: 1. difusão da água pela matriz do vidro; 2. hidrólise da rede; 3. formação de uma camada de gel superficial; 4. ataque da rede do vidro pelos íons OH^- ^(05,12,13).

O processo de difusão na estrutura de um vidro silicato pelas espécies químicas da água, como o hidrônio (H_3O^+) ou, do ácido, como os prótons (H^+), facilita a reação preferencial das mesmas, com os oxigênios “não ponte” presentes entre os tetraedros de silicato, que constituem o vidro^(10,12,14). E, em adição, devido aos mecanismos de compensação de cargas, estas espécies irão remover e ocupar os sítios pertencentes aos íons alcalinos (R^+) quando presentes na estrutura do vidro. Este mecanismo de remoção é favorecido por valores de pH baixo. Como resultado deste processo, nos vidros silicatos, ocorrerá a formação de uma camada superficial hidratada^(12,15,16,17).

Os óxidos modificadores com valência maior ou igual a 2, ao formarem mais de uma ligação, determinam um reforçamento reticular que dificulta o ataque protônico^(13,18). Salvo se, este ataque for muito intenso, ele também atuará sobre os cátions divalentes ou de valência superior. Como resultado deste ataque, ocorrerão descontinuidades que enfraquecerão a rede dos vidros^(10,12).

Outro mecanismo que também pode romper a continuidade na estrutura no vidro, tornando-o menos resistente ocorre durante a hidrólise, onde os óxidos formadores ao serem hidratados poderão romper as suas ligações do tipo “oxigênio ponte” resultando na formação de um gel sobre a superfície do vidro^(12,13,16,17).

As ligações entre oxigênios e metais pesados e de transição também podem ser envolvidas nas reações de hidrólise ⁽¹⁴⁾, porém, o Al, Fe, Zn, Cu, Pb podem atuar como inibidores desta reação.

A taxa de dissolução do vidro é determinada pela remoção do formador menos resistente ⁽¹⁰⁾. Por outro lado, como a hidrólise nos oxigênios-ponte tem como conseqüência, a formação de uma camada de gel na superfície do vidro, a extração dos íons modificadores, irá retardar deste modo, o processo de corrosão no vidro. Porém, se este gel se tornar suficientemente espesso, pode se desprender da superfície do vidro, expondo uma nova superfície a ser corroída pelos mesmos mecanismos anteriores. O progresso deste processo leva a dissolução do vidro ^(10, 17, 19).

O processo o ataque por íons OH⁻, se estabelece paralelamente ao mecanismo de ataque por prótons. Estes íons são provenientes tanto dos meios alcalinos ou liberados devido a progressiva dissociação da água nos mecanismos anteriores ⁽¹³⁾. A reação do vidro com os grupos OH⁻ ocorre sempre com a ruptura das “pontes de oxigênio”, com conseqüente destruição parcial da rede ⁽¹³⁾.

Em estudos anteriormente realizados, comprovou-se ser possível incorporar simultaneamente resíduos sólidos industriais provenientes da indústria metalúrgica e da indústria de cerâmica branca, ou seja, os resíduos sólidos galvânicos e, os resíduos finos de sílica, respectivamente ^(06,07). Entre os diversos tipos de vidros possíveis de serem utilizados, este trabalho se concentra em variações de formulação do vidro silicato comercial, tipo soda-cal, onde se estuda a resistência química dos vidros obtidos em função de meio e tempo de ataque.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais de partida utilizados neste trabalho foram:

Resíduos sólidos industriais - *Finos de sílica*: resíduo retido nos filtros mangas do processo de moagem da mesma. O pó de sílica embora inerte, devido à sua baixa granulometria é danoso à saúde humana e animal, classificando-se como resíduo perigoso classe I, segundo a norma NBR 10004 ⁽⁰¹⁾. - *Lodo galvânico, aqui denominado RSG*: resultante do tratamento de águas servidas de operações de cromeação e niquelação, que devido às suas características físico-químicas, é também classificado como resíduo perigoso classe I, ultrapassando valores máximos permitidos para alguns constituintes de acordo com a norma NBR 10004 ⁽⁰¹⁾.

Além dos resíduos, utilizou-se feldspato granítico, hidróxido de sódio, carbonato de potássio, óxidos de cálcio e de alumínio.

As análises químicas dos resíduos e do feldspato foram realizadas utilizando-se a técnica de Fluorescência de Raios-X (FRX) no equipamento Rigaku X-Ray Rix 2000. As concentrações dos principais constituintes são apresentadas na Tabela I.

As composições estudadas foram calculadas considerando-se o diagrama de equilíbrio do sistema CaO-Na₂O-SiO₂ ⁽²⁰⁾ tendo como base de formulação, as composições dos vidros soda-cal comerciais, encontradas na literatura ⁽¹³⁾, fazendo-se os devidos ajustes, quando necessário, de cada espécie presente nos resíduos.

O acerto das composições compreendeu as seguintes etapas:

1 - Obtenção de vidros tipo soda-cal, modificados com boro, utilizando-se somente finos de sílica e reagentes PA, visando obter um fundido com boas características fluxo. Esta composição em particular, foi denominada mistura **K** (Tabela

II). Posteriormente, parte dos sais e dos óxidos puros, inicialmente utilizados, foi substituída por feldspato, **F**, resultando-se na composição denominada **KF**.

2 - À mistura **KF**, foi incorporado **RSG** em concentrações de 10, 20, 30 e 40% em massa, considerando-se as contribuições deste em componentes formadores de vidro, tais como a sílica e o óxido de cálcio entre outros, obtendo-se assim as misturas **KFR10**, **KFR20**, **KFR30** e **KFR40**, respectivamente, apresentadas na Tabela II.

Tabela I - Principais constituintes dos materiais de partida em % de massa.

| Elemento | RSG | Sílica | Feldspato |
|--------------------------------|------|--------|-----------|
| SiO ₂ | 22,0 | 98,0 | 72,0 |
| Al ₂ O ₃ | 0,9 | 0,9 | 16,0 |
| CaO | 14,0 | 0,1 | 0,6 |
| K ₂ O | 0,2 | 0,2 | 6,2 |
| Na ₂ O | 1,2 | 0,2 | 4,9 |
| MnO | 0,1 | --- | 0,1 |
| Cr ₂ O ₃ | 21,0 | --- | - |
| CuO | 6,9 | --- | - |
| NiO | 13,0 | --- | - |
| ZnO | 4,7 | --- | - |
| PbO | 1,3 | --- | - |
| Fe ₂ O ₃ | 1,1 | 0,2 | 0,7 |
| P ₂ O ₅ | 1,2 | --- | - |
| SO ₃ | 7,4 | 0,1 | 0,1 |
| MgO | 3,5 | --- | - |

Tabela II - Composições formuladas para os estudos de fusão (% em massa).

| Composição | K | KF | KFR10 | KFR20 | KFR30 | KFR40 |
|--------------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| SiO ₂ | 60,0 | 60,0 | 56,4 | 52,6 | 48,9 | 45,2 |
| Na ₂ O | 28,4 | 28,4 | 26,7 | 24,9 | 23,2 | 21,4 |
| CaO | 8,6 | 8,6 | 8,0 | 7,5 | 7,0 | 6,5 |
| K ₂ O | 1,0 | 1,0 | 0,9 | 0,9 | 0,8 | 0,8 |
| Al ₂ O ₃ | 2,0 | 3,0 | 2,0 | 1,9 | 1,7 | 1,6 |
| MgO | --- | --- | 0,4 | 0,7 | 1,1 | 1,4 |
| Fe ₂ O ₃ | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 |
| Cr ₂ O ₃ | --- | --- | 2,1 | 4,2 | 6,3 | 8,4 |
| NiO | --- | --- | 1,3 | 2,6 | 3,9 | 5,2 |
| CuO | --- | --- | 0,7 | 1,4 | 2,1 | 2,8 |
| ZnO | --- | --- | 0,5 | 0,9 | 1,4 | 1,9 |
| PbO | --- | --- | 0,1 | 0,3 | 0,4 | 0,5 |

Todas as composições foram formuladas, homogeneizadas em almofariz de porcelana e acondicionadas em cadinhos de alumina com capacidade de 50mL e carga de aproximadamente 30 gramas de mistura. Utilizando-se um forno vertical, resistivo (Lindenberg/Blue M) e atmosfera normal, cada mistura foi aquecida com uma

velocidade de 10°C / min até a temperatura de 1500°C, mantida nesta temperatura por duas horas e vertidas em molde de aço pré-aquecido, com dimensões de 1x1x10 cm.

Em todas as condições estudadas, as amostras obtidas foram caracterizadas pelos seguintes métodos: - Fluorescência de Raios-X (Rigaku X-Ray Rix 2000); - Difratomia de Raios-X (Brunker-AXS modelo D8 Advance); - Resistência hidrolítica, onde o método utilizado foi o descrito por Day ⁽²¹⁾, modificado utilizando-se uma coluna de “soxlet”; - Resistência ao ataque alcalino e ácido. Nestes últimos baseando-se nos procedimentos descritos por Navarro ⁽¹³⁾, modificado utilizando-se amostras com dimensões aproximadas de 10 mm de comprimento e 1 mm de aresta. As medidas de variação de massa foram realizadas em balança analítica de precisão ($\pm 0,00005$ g) Mettler H16 e os valores de pH dos extratos foram medidos utilizando-se um peagômetro digital (Micronal).

RESULTADOS

As análises realizadas por difração de Raios-X, em amostras preparadas a partir das composições fundidas são mostradas na Figura 01. Todos os espectros são característicos de estruturas amorfas, indicando que houve a formação de vidros. Observa-se nesta figura, que no espectro relativo à composição **KFR40** ou seja, quando se adiciona 40% em massa, de RSG, ocorre a formação de pequenos picos indicando provavelmente a formação de Ni_2O_3 , devido a presença do Ni originalmente no resíduo.

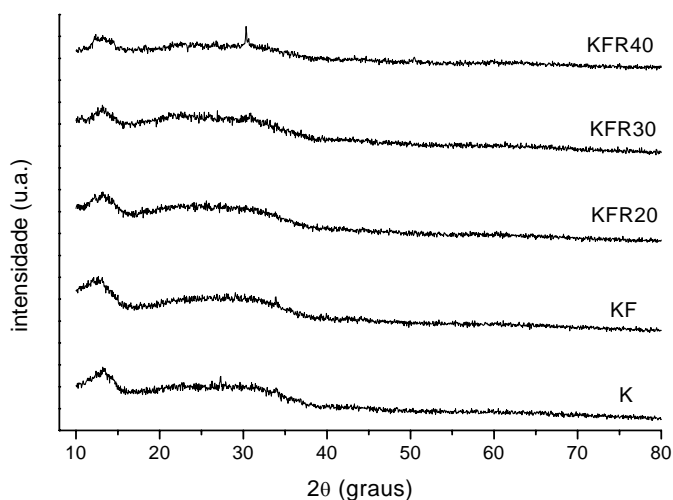


Figura 01 - Espectros de difração de Raios - X obtidos a partir dos vidros fundidos das composições **K**, **KF**, **KFR10**, **KFR20**, **KFR30** e **KFR40**.

Os resultados das variações observadas durante os ensaios de resistência hidrolítica são apresentados na Figura 02. De uma maneira geral, observa-se que praticamente para todas as composições analisadas ocorreu uma redução na perda de massa com o tempo de exposição.

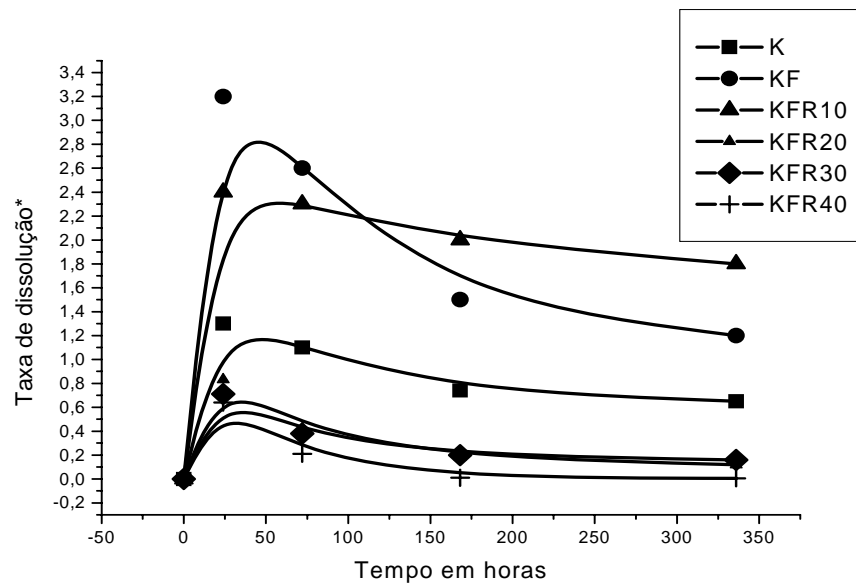


Figura 02 - Taxa de dissolução dos vidros em água ($\text{g}/\text{cm}^2 \cdot \text{min}$) função do tempo de ensaio.

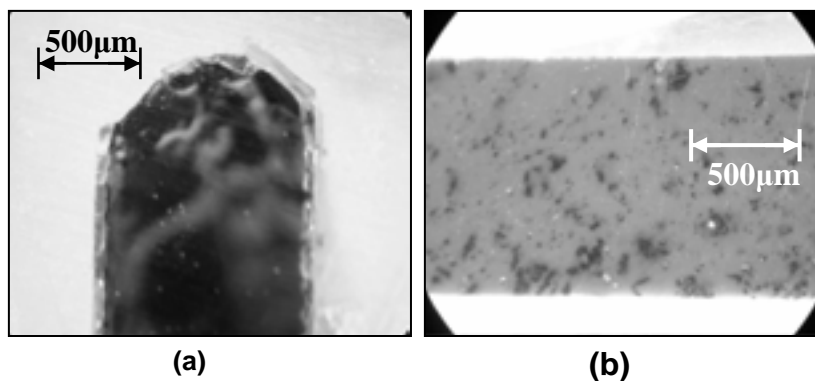


Figura 03 - Fotos com aumento aproximado de 100 vezes das seções transversais de corpos de prova com espessura aproximada de 1,0mm, após ataque hidrolítico por durante 14 dias; **(a)** amostra KFR10, **(b)** amostra KFR40,

Comparando-se o comportamento de solubilidade em água dos vidros com e sem adições de RSG, observa-se que a taxa de dissolução diminui com o aumento da concentração de RSG, ou seja, a presença deste, aumenta de forma significativa, a resistência à solubilidade em água do vidro resultante. Na Figura 03 são apresentados aspectos da secção transversal de duas amostras atacadas, sendo (a) composição **KFR10** e (b) **KFR40**. Nos vidros **K**, **KF**, **KFR10** e **KFR20**, ocorreu a formação de uma camada superficial, que indica que o mecanismo de dissolução atingiu o estágio de hidrólise, como se observa na figura 03, para a composição (a) **KFR10**. A formação desta camada superficial possivelmente deve ter atuado para a estabilidade química destes materiais. Por outro lado, nas amostras com alta concentração de RSG, ou seja, amostras **KFR30** e **KFR40**, não ocorreu a formação da camada superficial, como se

observa na figura 03, para a composição (b) **KFR40**, indicando que nestes casos, a dissolução ficou limitada ao processo do ataque protônico. Em adição estes vidros foram também os que apresentaram maior resistência hidrolítica. Este resultado pode ser uma indicação de que os íons dos metais contidos no RSG, tomaram parte da rede estrutural do vidro, tornando-a mais resistente ao ataque químico.

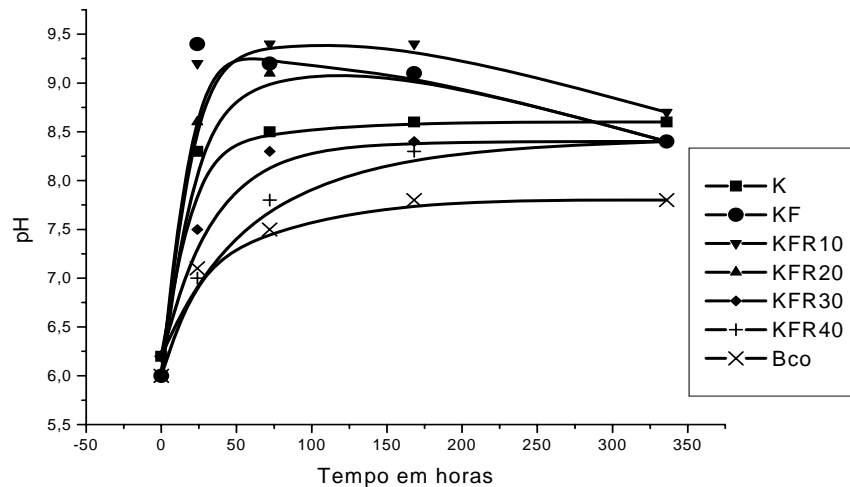


Figura 04 - Variação do pH da solução de ataque em função do tempo de ensaio para várias composições estudadas.

Na Figura 04 são apresentados os resultados da variação das medidas de pH dos extratos (solução de arraste), nos ensaios de resistência hidrolítica. Observa-se que ocorre uma flutuação nos valores de resistência à solubilidade com o tempo de ataque. Os valores de pH do meio aquoso aumentam do primeiro ao sétimo dia, estabilizando a seguir para todas as composições testadas. O aumento do pH, do meio aquoso, com o tempo de ataque, pode ser decorrente do mecanismo de extração preferencial de álcalis na superfície dos vidros. Observou-se que o período de estabilidade aumenta com o aumento da quantidade de RSG adicionado.

Os resultados dos ensaios de resistência ao ataque alcalino, são apresentados na Figura 05. Observa-se por esta figura, que as adições de resíduos sólidos galvânicos, causaram em alguns vidros, o aumento da resistência química. As composições **NFR30** e **NFR40** apresentaram melhores valores quando comparados com os obtidos por sua respectiva composição básica^(06,07,22).

A Figura 04 também apresenta os resultados das análises de resistência ao meio ácido. Os materiais obtidos com até 20% de RSG apresentaram boa resistência ao meio ácido. Para adições superiores de RSG este fato não se verifica. Nestes resultados, um aspecto importante que deve ser considerado que é a severidade dos ensaios, onde são empregadas condições extremas de ataque de superfície, ou seja, tempo de 6 horas em HCl 6M, à quente⁽²²⁾.

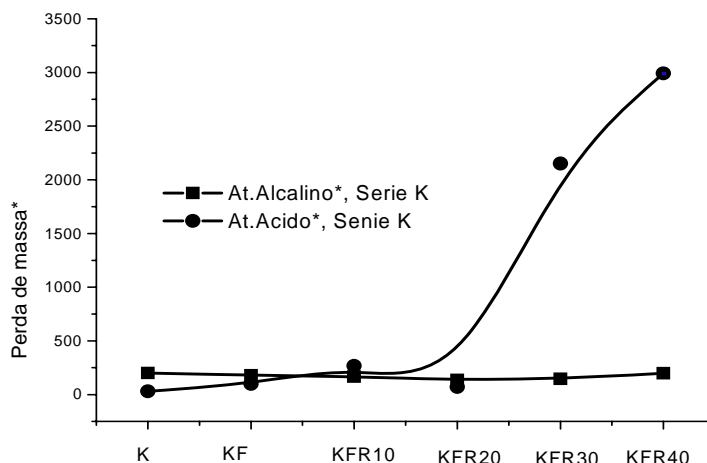


Figura 05 - Perdas de massa nos ensaios de resistência ao ataque alcalino e ácido (mg/dm^2)*, para os vidros de composições **N**, **NF**, **NFR10**, **NFR20**, **NFR30** e **NFR40**.

DISCUSSÃO

O vidro de composição similar à comercial classificado como soda-cal, ao receber concentrações de até 40% em massa de resíduos sólidos galvânicos, incorporou este resíduo sem que ocorre a formação expressiva de fases cristalinas de metais segregados, o que indica que estes foram efetivamente incorporados na estrutura do vidro como cátions modificadores. Estes cátions metálicos, por apresentarem valências superiores a um, podem atuar como reforçadores da estrutura desordenada do vidro. Os resultados encontrados no ataque hidrolítico, são indicativos desta possibilidade uma vez que o maior valor da resistência foi determinado para os vidros com maiores concentrações de RSG. Deste modo o aumento da concentração do RSG no vidro, aumenta a possibilidade de formação das ligações dos cátions metálicos na rede do vidro. Este tipo de ligação é suscetível ao forte ataque ácido, por este motivo, estes vidros foram fortemente atacados à medida que o RSG foi adicionado em maiores concentrações.

O comportamento do vidro no ambiente alcalino, não apresentou significativas variações com o aumento de concentração do RSG.

De uma maneira geral, a adição do RSG e a possível participação dos cátions metálicos deste na rede do vidro, melhoraram as características originais de resistência química dos vidros quando comparados com os vidros de composição básica. Por tanto, a vitrificação mostrou-se adequada para a inertização do RSG sob o ponto de vista da estabilidade química.

CONCLUSÕES

- Neste estudo foi possível otimizar uma composição de vidro soda-cal modificado com boro contendo 40% em massa de resíduo sólido galvânico, utilizando-se temperatura de fusão de 1500°C .

- As composições dos vidros estudadas contendo RSG apresentaram de modo geral, resistência química superior aos vidros de sua composição básica sem adições.
- O estudo de dissolução dos vidros indicou que os íons dos metais contidos no RSG, estão participando da rede estrutural do vidro, devido às alterações observadas nos valores de resistência com as variações de concentração de RSG realizadas.
- A adequação do processo de vitrificação para inertização dos resíduos sólidos galvânicos classe I se mostrou simples e eficiente. Sendo um método bastante adequado para a redução do descarte de resíduos sólidos industriais classe I ao meio ambiente. Entretanto é fundamental a escolha adequada da composição a ser utilizada.

REFERÊNCIAS

- 01** - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 1987. (NBR 1004).
- 02** - SHACKELFORD, J. F. The nature of glassy state – Implications for radioactive waste storage, 1999.
- 03** - ABRAITIS, P. K. McGRAIL, B. P. TRIVEDI, D. P. LIVENS, F. R. VAUGHAN, D. J. Single-pass flow-through experiments on a simulated waste glass in alkaline media at 40°C. I - Experiments conducted at variable flow rate to glass surface and ratio. **J. Nucl. Mater.** v. 280, p196-205, 2000.
- 04** - KAVOURAS, P. KOMNINOU, P. CHRISSE, K. KAIMAKAMIS, G. KOKKOU, S. PARASKEVOPOULOS, K. KARAKOSTAS T. Microstructural changes of processed vitrified solid waste products. **J. Eur. Ceram. Soc.** v. 23, p. 1305-1311, 2003.
- 05** - KIM, I. T. KIN, J. H. LEE, K. S. SEO, Y. C. KOO, J. K. Leaching characteristics of glassy forms containing two different incineration ashes. **Waste Manage.** v. 20, p. 409-416, 2000.
- 06** - SILVA, A. C. MELLO-CASTANHO, S. R. H. **Incorporação de resíduo galvânico em vidro silicato obtido a partir de finos de sílica**. in: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERAMICA, 47º, 2003, João Pessoa, PB.
- 07** - Silva, A. C. **Incorporação De Resíduo Galvânico em Vidro Silicato Obtido a Partir de Finos de Sílica**. 2004. Dissertação (Mestrado) – IPEN / USP, São Paulo.
- 08** - STERPENICH, J. LIBOUREL, G. Using stained glass windows to understand the durability of toxic waste matrices. **Chem. Geology.** v. 174, p.181-193, 2001.
- 09** - LETURCQ, G. BERGER, G. ADVOCAT, T. VERNAZ, E. Initial and long-term dissolution rates of aluminosilicate glasses enriched with Ti, Zr and Nd. **Chem. Geology.** p. 39-62, 1999.
- 10** - EAZ-ELDIN, F. M. Leaching and mechanical properties of cabal glasses developed as matrices for immobilization high-level wastes. **Nucl. Instr. Met. Phys. Res.** v. B183, p. 285-300, 2001.
- 11** - EROL, M. KUCUKBAYRAK, S. ERSOY-MERICBOYOU, A. OVESOGLU, M. L. Crystallization behavior of glasses produced from fly ash. **J. Eur. Ceram. Soc.** p. 2835-2841, 2001.



- 12 - SHENG, J. LOU, S. TANG, B. The leaching behavior of borate waste glass SL-1. **Waste Manag.** v. 19, p. 401-407, 1999.
- 13 - NAVARRO, J. M. F. **El Vidrio**. Madrid, Espanha.: Consejo Superior de Invest. Científicas - Fundacion Centro Nacional del Vidrio, 1991.
- 14 - FENG, X. PEGG, I. L. A glass dissolution model for the effects of S/V on leachate pH"; **J. Non-Cryst. Solids**. v. 175, p. 281-293, 1994.
- 15 - HAMILTON, J. P. PANTANO, C. G. Effects of glass structure on the corrosion behavior of sodium-aluminosilicate glasses. **J. Non-Cryst. Solids**. v. 222, p. 167-174, 1997.
- 16 - KOENDERINK, R. H. BRZESOWSKY, R. H. BALKENENDE, A. R. Effect of the initial stages of leaching on the surface of alkaline earth sodium silicate glasses. **J. Non-Cryst. Solids**. v. 262, p. 80-98, 2000.
- 17 - COOPER, C. I. COX, G. A. The aqueous corrosion of potash-lime-silica glass in the range 10-250°C. **Appli. Geochem.** v. 11, p. 511-521, 1996.
- 18 - YAN, J. NERETNIEKS, I. Is the glass phase rate always a limiting factor in the leaching processes of combustion residues?. **The Sci. Total Environ.** v. 172, p. 95-118, 1995.
- 19 - PAUL, A. **Chemistry of glasses**. Londres, Inglaterra.: Chapman and Hall, 1982.
- 20 - ROTH, S. R. NEGAS, T. CONN, L. P. **Phase Diagrams for Ceramists**. The American Ceramic Society, Fig.5321.
- 21 - DAY, D. E. WU, Z. RAY, C. S. HRMA, P. Chemically durable iron phosphate glass wasteforms. **J. Non-Cryst. Solids**. v. 241, p. 1-12, 1998.
- 22 - SILVA, A. C. MELLO-CASTANHO, S. R. H. in: **Glass Silicate Obtained From Fine Of Silic And Modified By Galvanic Waste** VI BRAZILIAN SYMPOSIUM ON GLASS AND RELATED MATERIALS AND II INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NON-CRYSTALLINE SOLIDS, 2003, Campos do Jordão , SP.

ABSTRACT

Vitrified galvanic waste chemical stability

The chemical stability evaluation is the mainly parameter to harmful industrial waste treatment process legal ratification. The inertization by glassing is an interesting technological option for the treatment of galvanic solid environment harmful wastes mainly due to heavy metals content. This work presents studies in a vitrification process for galvanic waste incorporation with good chemical stability. Glasses with up to 40-wt% added galvanic solid waste by modifications in the basic composition of soda-lime glasses were made. Raw materials as the Silica fine powders wastes from sleeve-filter and the feldspar also were used. After fusing the glasses at the temperatures up to 1500°C the samples were characterized by XRF and XRD methods. Hidrolytic, acid and alkaline attacks experiments were also conducted. Homogeneous and high chemical stability glasses were obtained.

Keywords: glass, galvanic, solid waste, recycling, environment.