

Uso de vidrio de desecho en la fabricación de ladrillos de arcilla

Uso de resíduos de vidro na fabricação de tijolos de argila

María Azucena González Lozano

Universidad Juárez

magl62001@yahoo.com.mx

Patricia Ponce Peña

Universidad Juárez

pponce@ujed.mx

Resumen

En el presente trabajo se fabricaron y analizaron ladrillos para construcción usando vidrio reciclado en su composición, variando su porcentaje de 0 a 15 % en peso, se utilizaron materias primas del Municipio de Vicente Guerrero, Durango, México, las cuales fueron mezcladas, homogenizadas y amasadas con agua, los ladrillos obtenidos fueron cocidos en hornos tradicionales. Los ladrillos se analizaron por las técnicas de difracción de rayos X y microscopía óptica, también se calculó el porcentaje de contracción lineal y se midieron las propiedades de resistencia mecánica y absorción de agua. De acuerdo con los resultados obtenidos, la introducción de vidrio de 5 a 10 % aumentó la porosidad del producto con respecto a la mezcla con 0 % de vidrio, lo que propició una baja resistencia mecánica y alto porcentaje de absorción de agua. Por otra parte, la composición con 15 % de vidrio presentó una microestructura más compacta, una resistencia a la compresión más alta y un porcentaje de absorción de agua más bajo con respecto a las mezclas con 5 y 10 % de vidrio. De acuerdo con la norma mexicana NMX-C-404-ONNCCE-2005, los ladrillos con 15 % de vidrio tienen uso potencial como materiales para construcción.

Palabras clave: ladrillos de arcilla, vidrio de desecho y resistencia mecánica.

Resumo

Neste trabalho foram fabricados e utilizados tijolos para construção utilizando vidro reciclado em sua composição, variando o percentual de 0-15% em peso, de matérias-primas a partir do município de Vicente Guerrero, Durango, México, que foram misturados, homogeneizados foram utilizados e misturado com água, tijolos obtidos foram preparados em fornos tradicionais. Os tijolos foram analisados pelas técnicas de difração de raios X e a microscopia óptica, a percentagem de encolhimento linear, também foi calculado e propriedades de resistência e absorção de água foram medidos. De acordo com os resultados, a introdução de vidro de 5 a 10% de aumento da porosidade do produto no que diz respeito à mistura com 0% de vidro, o que causou baixa resistência mecânica e elevada percentagem de absorção de água. Além disso, a composição com 15% de vidro apresentada uma microestrutura mais compacto, de resistência à compressão e maior taxa de absorção de água mais baixa em relação a misturas com 5 e 10% de vidro. De acordo com os tijolos NMX-C-404-ONNCCE-2005 Standard mexicanos com 15% de vidro que eles têm potencial uso como materiais de construção.

Palavras-chave: tijolos de barro, resíduos de vidro e resistência mecânica.

Fecha recepción: Enero 2012

Fecha aceptación: Marzo 2012

Introdução

Os resíduos foram definidos como qualquer tipo de material produzido pela atividade humana ou industrial, sem um valor final. De acordo com Disfani, Arulrajah, Bo e Hankour (2011), o crescimento do número e tipos de resíduos, como plásticos, vidro e barro queimado, metais (principalmente alumínio, ferro e cobre), papel, etc., e escassez espaços para depósito e falta de matérias-primas, MAXIMIZAR emergência encontrar formas inovadoras para reciclar e reutilizar resíduos.

Hoje proteção do ambiente implica a expressão "recuperação" e / ou "reciclados". Os países industrializados são os principais produtores de resíduos não pode ser destruído de forma simples e rápida. Os altos custos de eliminação de resíduos obrigar os governos a tomar medidas para minimizar os resíduos e reduzir a dependência das matérias-primas.

Assim, a reciclagem tem sido praticada por Estados Unidos, Alemanha, indústrias japonesas, canadenses, dinamarquês, francês e muitos outros países há mais de 20 anos atrás, em grande parte porque reciclar e reutilizar resíduos pode reduzir demanda por recursos naturais e levar a um ambiente mais sustentável.

Entre os materiais de desperdício, vidro reciclado é um material muito valioso, que consiste de uma mistura de diferentes partículas de vidro colorido, que é muitas vezes incluído com uma vasta gama de detritos, tais como papel, do solo, metal e o desperdício de alimentos. O vidro é facilmente recuperável, ou seja, o recipiente de vidro é de 100% reciclável, isto é, que a partir de um novo recipiente utilizado pode ser um que pode ter as mesmas características que o primeiro. De acordo com Mata e Galvez (2004), a facilidade de reutilização de vidro se abre uma ampla gama de serviços para a sociedade e as autoridades em causa podem gerir-se de uma maneira fácil no meio ambiente.

Embora a presença de diferentes partículas de vidro coloridas e diferentes tipos de detritos no vidro, como etiquetas de papel, adesivos, resíduos de alimentos, etc., é o principal obstáculo para a reutilização de vidro reciclado, isso não impediu o indústrias tentar aproveitá-la. Além disso, o processo de produção e o processo de moagem a jogar mais importante do tamanho máximo de partícula e a forma de papel, o nível dos resíduos de peixes, o que conseqüentemente afecta outras características geológicas que lhe permitam utilizar como material de preencher aterros, pastas de drenagem, meios de filtragem e material para pavimentação de estradas (Disfani et al., 2011).

Um dos factores mais importantes que determina o grau de reciclagem de um material, é para determinar a quantidade da composição varia de acordo com a reciclagem. Para o vidro há pouca variação na composição química de uma fonte para outra. Para além da reciclagem dos resíduos de vidro na nova formação de vidro que têm sido propostas muitas outras aplicações que estão a ser investigadas.

Por exemplo, é como um componente de materiais de cimento, o que parece ser uma das aplicações mais lucrativo porque as quantidades de resíduos, que podem já consumidos a natureza amorfa do material com grandes quantidades de óxido de silício (Jin et ai. 2000; Karamberi et ai, 2004) ..

Além disso, de acordo com Onishchuk et al. (1999), outra das áreas de aplicação mais promissoras é a produção de isolamento de calor e os materiais de revestimento decorativos para construção. Por exemplo, nos trabalhos relatados por Pavlushkina e Kisilenko (2011), onde o vidro reciclado é utilizado para vitrificar ladrilhos de cerâmica e melhorar as propriedades do artigo final e apresentação; os relatados por Vorrada et al. (2009) sobre os efeitos sobre as propriedades físicas e mecânicas de tijolos de barro, utilizando resíduos de vidro como agregado.

Embora a reciclagem e utilização de resíduos de vidro é de grande importância em áreas como a ambiental e econômico, não há muita pesquisa relatada até agora a concentrar-se no desenvolvimento de novos mixes de cerâmica à base de argila e vidro. Portanto, esta é uma área de oportunidade para a geração de novos conhecimentos científicos e tecnológicos para a produção de elevado valor acrescentado a partir de resíduos.

Hoje, a eliminação dos resíduos de vidro ganhou muita atenção a partir do ponto de vista ambiental; por um lado, a utilização de pó de vidro no processo de fabricação de vidro novo produz menos poluição, através da redução da libertação de gases com efeito de estufa, tais como CO₂, SO₂ e as emissões de NO_x para um mínimo. Por outro lado, é possível reduzir o custo de fabrico por cerca de 2,5 a 3% por redução do consumo de energia e poupar combustível, uma vez que os processos de formação de vidro de sílica tem lugar a temperaturas mais baixas (Sahar et al., 2011). Em outras palavras, a reciclagem de vidro requer 26% menos energia do que a produção original, na qual pretende criar um quilo de vidro terá cerca de 4.200 quilocalorias de energia.

EUA e muitos países europeus têm vindo a recolher resíduos de vidro por muito tempo usando recipientes para ele, este sistema de recolha e armazenamento é conhecido como um método seletivo, o que reduz o custo de utilização significativa para a reciclagem de fabricação de vidro nova transformação industrial ou fabricação de novos produtos. Embora o sistema selectivo está ausente na Rússia, existem muitas publicações de cientistas russos descrevem várias técnicas experimentais e industriais relacionadas com o uso de vidro reciclado na produção de materiais de construção (Onishchuk et al., 1999).

No entanto, no México esta prática está apenas começando e algumas empresas fazem, por exemplo, o Monterrey empresa Vitro, o principal fabricante de embalagens de vidro no país (Vitro, 2009). Portanto, o principal desafio é melhorar a cultura da reciclagem entre a população. A principal fonte para a coleta de materiais e levá-los para usinas de reciclagem são os centros de recolha próximos aterros.

Além disso, hoje a fabricação de tijolos, telhas e outros produtos de barro incendiados tornou-se um grave problema ambiental em muitas cidades do México, principalmente devido à queima de combustíveis usados para cozinhar. Os produtos tais como: madeira, pneus, óleo usado, madeira, plásticos ou têxteis, entre outros, emitindo uma grande quantidade de gases para a atmosfera como o monóxido de carbono, óxidos de azoto, dióxido de enxofre e material particulado. É, portanto, uma prioridade para resolver o problema das fontes de emissão de gases que têm causado problemas de saúde que surgem nas colônias que vivem em torno do tijolo (Dávila, 2009).

Poluentes tóxicos suspeitos emitidos pelos combustíveis utilizados pelo tijolo pode induzir a ocorrência de doenças graves como câncer, defeitos congênitos, problemas de fertilidade, entre outros queima. A exposição a níveis suficientes de substâncias tóxicas no ar, podem causar doenças cardiovasculares, pulmonares, da pele, e morte (Bradley, 2007) problemas.

Em qualquer fábrica de tijolos que realizou uma série de processos padronizados que vão desde a escolha do material de argila até a embalagem final. A matéria-prima utilizada para a produção de tijolos é principalmente argila. Este material é constituído essencialmente por sílica, alumina, água e variáveis de óxido de ferro e outros materiais alcalinos, tais como óxidos de cálcio e de magnésio quantidades.

No México, os métodos tradicionais utilizados para a fabricação de tijolos para a construção, incluem uma etapa de secagem ao ar livre e fornos de sinterização, cozidos ou que fazem uso de altamente poluentes processos de combustão de materiais combustíveis precárias, causando problemas sérios Poluição, particularmente no chão e no ar, com os consequentes riscos para a saúde, tanto humana e do ecossistema.

Portanto, é importante para propor soluções alternativas para reduzir os danos para o ambiente e, por conseguinte, no ser humano, plantas e animais. Entre as propostas que foram apresentados hoje para diminuir este problema, é a substituição de betão paredes de tijolos de argila (tal como o processo de produção não gera poluição partições), no entanto, deve ser tido em conta a indústria do cimento é o mais poluente, uma vez que a quantidade de calor que vem principalmente da queima de combustíveis fósseis necessários para produzir 1 kg de clínquer é de cerca de 1750 kJ (Taylor, 1997), com a emissão do atmosfera de gases de efeito estufa, por isso não estaria falando sobre os benefícios ambientais reais.

Além disso, nos últimos anos, tem havido muita pesquisa sobre como reciclar e reutilizar os resíduos, a fim de reduzir a poluição, neste sentido, o presente trabalho relata o uso de pó de vidro na fabricação de tijolos para construção usando matérias-primas estado Durango.

Metodologia

Condicionado a matéria-prima

Para Brickmaking as seguintes matérias-primas que foram utilizadas:

Argila do município de Vicente Guerrero, Durango, México. Para condicionado foi passado através de um crivo para remover impurezas e grumos.

Serragem.

Estrume animal.

Vidro reciclado. Frasco de vidro claro passá-lo como fundamento para foi utilizado 50 mesh.

Fabricação de tijolos em verde

Para produzir o tijolo verde nas composições da Tabela 1 foram utilizadas quatro composições foram feitas variar a quantidade total de vidro de 0 a 15% de vidro com

aumento de 5%. As matérias-primas utilizadas tradicionalmente em quantidades e água foram adicionados a uma produção em massa de plástico em que a região (cerca de 3 kg de argila / ½ kg de serradura / estrume ½ kg) homogeneizado, amassada manualmente para homogeneizar e deixada em repouso ao ar durante 5 horas.

Tabela 1. As composições tijolo investigado neste trabalho.

Composición	vidrio (% peso)
LT	0
LT/5%	5
LT/10%	10
LT/15%	15

Peças de moldagem

Antes de moldagem, a madeira molde lavada para remover restos de misturas anteriores que poderiam afetar partes. areia foi peneirado para classificar por tamanho (grossa e fina), em seguida, regada finos no chão para uso como uma libertação. Com a mistura de argila em que uma bola é rolado sobre a areia a cobri-lo completamente. A mistura é então colocado no molde para preenchê-lo, ele assumiu com uma espátula e virou-se para desenformar. A peça foi exposta ao sol durante 3 dias para secar.

Tijolo Cooking

Para tijolos de cozimento, eles foram colocados em uma conhecida como a "oficina" forno tradicional. O combustível de madeira é vulgarmente utilizada. Os tijolos são dispostos de modo que o calor é distribuído de forma homogênea e de cozedura é muito mais uniforme. A fornalha de fogo é mantida cerca de dois dias, em seguida, deixada arrefecer até à temperatura ambiente.

Medindo a contracção do tijolo sinterizado

A percentagem de encolhimento linear dos tijolos sinterizados calculado com a Equação 1

$$\% \text{ Contracción} = \frac{L_i - L_f}{L_i} \times 100 \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde: L_i = Longitud inicial y L_f = Longitud final.

Resistência à compressão

O desempenho dos testes foi baseada no C67-99a ASTM (1992) padrão, usando um modelo de máquina de ensaio universal WFCC PTS-200, utilizando uma taxa de carga de 0,290 kN / seg. A resistência à compressão foi calculada pela Equação 2.

$$C = \frac{P}{A} \quad (\text{Ec. 2})$$

Onde: C = Resistência à compressão (MPa); P = carga total na amostra no momento da falha (N) e A = área da superfície da amostra, onde a carga é aplicada (m²).

A absorção de água

Os ensaios de absorção de água foram realizadas de acordo com a norma ASTM C67 (1992) padrão. Primeiro, o tijolo seco pesava, imediatamente imersa em água destilada, em seguida, a peça de água foi removida, a água em excesso com papel absorvente é retirado e pesado imediatamente. A percentagem de água absorvida foi calculada usando a Equação 3.

$$\% \text{ Absorción} = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100 \quad (\text{Ec. 3})$$

Donde: P_i = Peso inicial y P_f = Peso final.

Resultados

Tijolos de construção fabricados com sucesso (sem rachaduras ou fraturas que inoperável), substituindo parcialmente mistura tradicional tijolo (argila, serragem, adubo e água) com 5, 10 e 15% em peso de vidro pulverizado e reciclagem; A Figura 1 mostra algumas peças acabadas. Todas as peças fabricadas apresentado avermelhada, esta coloração é causada por impurezas da argila, mas, principalmente, pelo óxido de ferro ^[9].



Figura 1. Fotografia que mostra alguns tijolos sinterizados.

A Figura 2 mostra os resultados de XRD das amostras estudadas no presente trabalho. De acordo com os padrões de DRX obtidos, as únicas fases cristalinas presentes nas amostras são óxido de albite e silício. Pode ser visto que, como a quantidade de amostras de vidro é aumentado, a quantidade de óxido de silício diminui e fase albite. A diminuição da intensidade de pico da fase de óxido de silício indica que o material se torna amorfo como a quantidade de vidro aumenta adicionados.

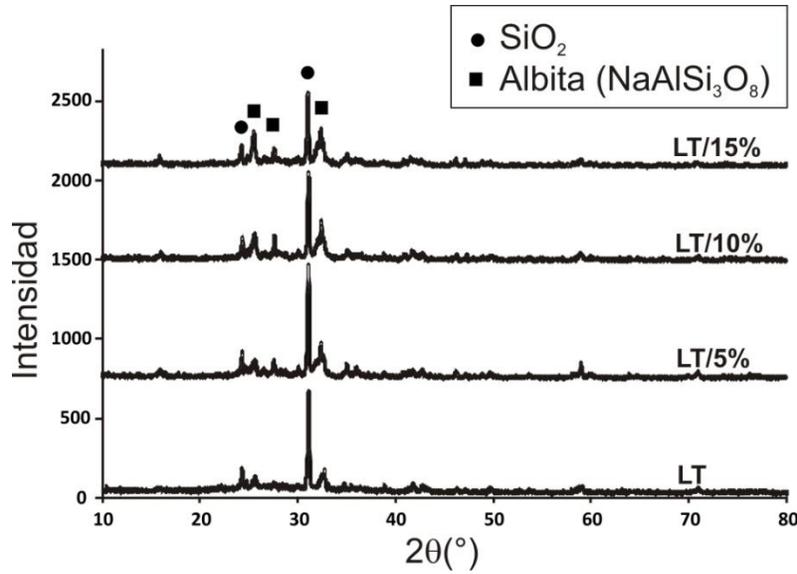


Figura 2. Patrones de DRX de los ladrillos sinterizados con porcentajes de 0-15 % vidrio nombradas como LT, LT/5 %, LT/10 % y LT/15 % respectivamente.

Além disso, a Figura 3 mostra os resultados da microscopia de luz sem tijolos e vidro com diferentes percentagens. Pode ser visto que o vidro é distribuído uniformemente por todo o material. Do mesmo modo, note que nenhum vidro amostras tinham uma porosidade mais elevada, mas com tamanho de poro fino em comparação com as amostras com 5 e 10% de vidro, que tinham poros maiores. Além disso, pode ver-se que as amostras com 15% de vidro tinha uma microestrutura menos porosa em comparação com o outro.

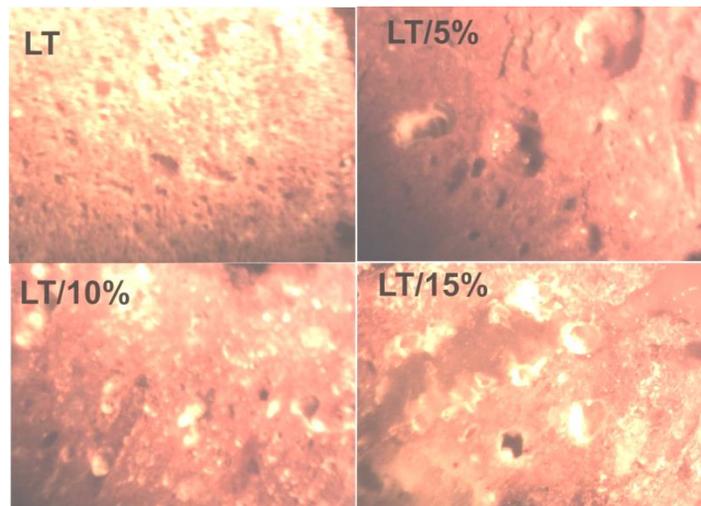


Figura 3. Micrografías: de muestras de ladrillo sin y con vidrio tomadas a 20X.

A retração linear é geralmente um fator importante na determinação do grau de densificação durante a queima, no entanto, uma grande retração linear pode aumentar o risco de fraturas e rachaduras nos tijolos. A Tabela 2 apresenta os resultados de contração linear de tijolos com 0, 5%, 10% e 15% de vidro. Pode ser visto que todos os tijolos mostraram contração linear semelhante também estes valores (comprimento e largura) são consistentes com os relatados por misturas de argila de bolas e até 40% em peso de vidro (Vorrada et al., 2009), e cujo os valores estão no intervalo de 8.5 % a 10.5%.

Composición	% de contracción		
	ancho	alto	largo
LT	8.2	14.0	9.5
LT/5%	7.4	14.5	9.4
LT/10%	7.7	14.5	9.3
LT/15%	7.4	14.5	9.1

A Tabela 3 apresenta os resultados de resistência à compressão. Composições com 0% de vidro teve a maior resistência, enquanto composições com 5% e 10% apresentaram os menores valores. Quando a quantidade de vidro foi aumentada para 15%, aumentou a resistência do material. Isto é consistente com os resultados de que a microestrutura mostrou que as amostras em que o LT / LT 5% / 10% tinha tijolos maior porosidade (poros grandes) em comparação com os tijolos de LT / 15% apresentaram uma microestrutura menos porosa.

Tabla 3. Resistencia promedio de los ladrillos

Composición	Resistencia (MPa)
LT	13.78
LT/5 %	5.81
LT/10 %	4.14
LT/15 %	9.73

A Tabela 4 mostra os resultados de absorção de água. Três repetições foram feitas por amostra e foi calculada a média, o desvio padrão também foi calculada. Considerando-se que a absorção de água está diretamente relacionado à porosidade aberta apresenta material [10]; podemos explicar porque mistura tradicional tijolo tem uma absorção de água muito mais baixo% no que diz respeito a todos os outros (poros mais pequenos). % Um aumento na absorção em tijolos com 10% de vidro com respeito ao que tem 5% de vidro, e, em seguida, voltar para diminuir em 15% com tijolos de vidro é também observada. Estes resultados demonstraram a mesma tendência como a resistência à compressão, explicada pela microestrutura porosa das peças.

Tabela 4. Resultados de absorção de água dos tijolos% sinterizados

Composición	% absorción de agua
LT	14.2
LT/5 %	23.6
LT/10 %	27.7
LT/15 %	20.6

Conclusões

Como pode ser visto, a microestrutura das amostras foi determinada com as propriedades que resultam nos tijolos. A porosidade aumentada pela adição de até 10% de vidro a uma mistura tradicional, no entanto, com a introdução de 15% de vidro, a porosidade diminuída; acima dele influenciado as propriedades mecânicas e absorção de água. De acordo com o padrão mexicana NMX-C-404-ONNCCE, (2005), aplicados a tais materiais onde a resistência à compressão elevada 6 MPa, de tijolos de vidro com 15% especificados podem ser utilizados como materiais de construção, uma vez que estes tiveram que significam resistência 9.73 MPa.

Bibliografía

- Dávila A. (4 de Agosto de 2009). Contaminación de ladrilleras causa problemas de salud en Guadalupe. *Periodismo crítico*. Recuperado de <http://ntrzacatecas.com/2009/08/04/contaminacion-de-ladrilleras-causa-problemas-de-salud-en-guadalupe/>.
- Gallego, M.A. (2 de Enero de 2008). Industria de reciclado en México. Recuperado de <http://ecolamancha.wordpress.com/2008/01/02/industria-del-reciclado-en-mexico/>.
- Karamberi A., Chaniotakis E., Papageorgiou D., & Moutsatsou A. (2006). Influence of glass cullet in cement pastes, *China particuology*, 4, 234-237.
- Onishchuk V. I., Zhernovaya N. V., Min'ko N. I., & Kirienko A. D. (1999). Construction materials based on cullet, *Glass and Ceramics*, 56, 5-7.
- Sahar M.R., Hamzah K., Rohani M. S., Samah K. A., & Razi M. M. (2011). The microstructural study of cullet-clay ceramics, *Physics Procedia*, 22,125-129.
- Vitro, S.A.B. de C.V. (2009). Reporte de emisiones de gases de efecto invernadero. [Documento en PDF]. Recuperado de http://www.vitro.com/responsabilidad_social/docs/espanol/Vitro_reporte_emisiones_2009.pdf
- Vorrada L., Panyachai T., Kaewsimork K., & Siritai C. (2009). Effects of recycled glass substitution on the physical and mechanical properties of clay bricks, *Waste Management*, 29, 2717-2721.