

Resíduos cerâmicos no município de Pedreira [SP]: equacionamento e soluções de reciclagem

Marco Antonio Campos



Professor da Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Engenheiro Civil, Mestre e Doutor em Engenharia Civil, Pós-Doutorando FEC-Unicamp. Campinas [SP], Brasil. <engenheiromarcoantonio@hotmail.com>.

Vladimir Antonio Paulon



Professor Titular do Departamento de Recursos Hídricos da FEC-Unicamp. Engenheiro Civil, Mestre e Doutor em Engenharia Civil. Campinas [SP], Brasil. <vpaulon@fec.unicamp.br>.

José Gilberto Dalfré Filho



Professor do Departamento de Recursos Hídricos da FEC-Unicamp. Engenheiro Civil, Mestre e Doutor em Engenharia Civil. Campinas [SP], Brasil. <dalfre@fec.unicamp.br>.

Resumo

A cidade de Pedreira no interior de São Paulo, distante 40 km da cidade de Campinas é considerada a “Capital da Porcelana” devido a sua maior atividade industrial que é a produção cerâmica, em especial a porcelana de mesa e os isoladores elétricos de porcelana. As indústrias cerâmicas da cidade respondem por 80% da produção nacional dos isoladores de porcelana, que é estimada anualmente em 30 mil toneladas. Com o controle de qualidade das cerâmicas e as políticas ambientais que priorizam para as empresas produtoras o descarte final dos produtos novos e também daqueles referentes a substituição e modernização, principalmente dos isoladores, haverá um grande passivo de porcelana na cidade de Pedreira que precisa ser equacionado através de políticas de reciclagem de nobre material. Portanto, este apresenta metodologia de reciclagem e consequente reuso destas porcelanas através da sua utilização como material substituto dos agregados em concretos e argamassas, além de material pozzolânico ao cimento Portland.

Palavras-chave

Resíduos cerâmicos, materiais alternativos, isolador elétrico de porcelana, reciclagem, sustentabilidade.

Ceramic wastes in the city of Pedreira [SP], Brazil: equationing and recycling solutions

Abstract

In the city of Pedreira-SP, Brazil, 40 km away from the city of Campinas-SP, Brazil, is considered the "Porcelain City" because of its greater industrial activity is ceramic production, especially porcelain table and porcelain electric insulators. The ceramic industries of the city accounted for 80% of the national production of porcelain insulators, which is estimated at 30 000 tons annually. With the quality control of ceramic and environmental policies that prioritize for companies producing the final disposal of new products and also those concerning the replacement and modernization, particularly of insulators, there will be a major liability in the porcelain in the city of Pedreira-SP that needs to be solved through recycling policies noble materials. Therefore, this method has subsequent reuse and recycling of these porcelains by its use as a substitute material aggregates in concretes and mortars, and pozzolanic material to the Portland cement.

Keywords

Ceramic wastes, alternative materials, porcelain electric insulator, recycling, sustainability.

Introdução

A quantidade de lixo e resíduos gerada aliada a falta de locais apropriados para seu descarte e a ausência de políticas públicas para sua reciclagem ou reuso compromete áreas de preservação ambiental e mananciais.

A produção industrial quase sempre possui cidades ou região com concentração de determinados produtos, seja pela abundância de matéria-prima, facilidade de escoamento da produção, oferta de mão-de-obra e nos últimos anos, isenções fiscais por partes dos municípios ou estados.

A cidade de Pedreira, no interior do Estado de São Paulo, distante cerca de 140 km da capital e pertencente a Região Metropolitana de Campinas é conhecida como a “Capital da Porcelana” e possui um polo industrial cerâmico com cerca de 130 indústrias cerâmicas.

A produção cerâmica na cidade de Pedreira [SP] engloba as indústrias de porcelana de mesa, faiança e isoladores elétricos de porcelana, sendo esta última responsável por 80% da produção nacional deste tipo de produto.

A produção anual brasileira de isoladores elétricos de porcelana é estimada em 30.000 toneladas. O controle de qualidade fabril descarta até 10% das peças produzidas e 80% da produção refere-se a substituição dos isoladores inservíveis e/ou obsoletos. Portanto, a produção dos isoladores de porcelana para as novas instalações é de 20% da produção anual.

Com uma metodologia de reciclagem de isoladores elétricos de porcelana para uso em concretos e argamassas, em substituição aos agregados, poderá haver redução da extração dos agregados comumente empregados nos concretos e argamassas, além de uma destinação mais nobre para os resíduos deste material, diminuindo sobremaneira o volume nos depósitos de lixo.

O Setor Ceramista

No setor ceramista há tempos atrás, a produção de seus produtos era artesanal. Assim, não se seguiam padrões tanto para a fabricação como pelos serviços prestados. Com o advento da revolução industrial, tudo se modificou, surgindo máquinas, processos, padronizações e normas, sempre focados em transformar as matérias-primas em produtos acabados de boa qualidade.

Muitas empresas do tipo olarias, ainda produzem seus produtos de forma arcaica, com uma mão-de-obra não qualificada, geralmente operários desempregados ou provenientes de atividades agrícolas na entressafra, não oferecendo assim produtos com qualidade. Como na maioria das vezes os produtos produzidos são de baixo valor agregado, é natural encontrar olarias de tijolos e blocos cerâmicos em quase todo o Brasil, com produtos fabricados sem nenhum controle de qualidade (SOUZA; ARICA, 2006).

As estratégias de mercado e produtivas nos principais polos produtivos de revestimentos cerâmicos foi tema de estudo de Nogueira et al. (2001). Neste trabalho os autores realizaram uma pesquisa com produtores de revestimentos cerâmicos dos estados de Santa Catarina e São Paulo. Os autores observaram diferenças de tipos e níveis de produção

mesmo entre empresas da mesma região e tipo de produto e mercado. Assim, o setor ceramista é passível de mudanças benéficas em relação a produção, controle de qualidade, e principalmente produtos de elevada qualidade, resultando em menores quantidades de rejeitos gerados.

Segundo Souza (2003), algumas regiões se destacam pela produção de apenas um tipo de cerâmica, como a cidade de Pedreira, no interior do Estado de São Paulo, onde tem-se um elevado número de cerâmicas produtoras de porcelana, com plantas fabris de algumas das maiores produtoras de isoladores elétricos de porcelana do Brasil. Estas cerâmicas produzem porcelanas doméstica (porcelana de mesa) e elétrica (isoladores). Havia 135 cerâmicas registradas no ano de 2002, sendo esta a principal atividade econômica do município, tornando a cidade conhecida como a “Capital Da Porcelana”.

A mão-de-obra utilizada para produção da porcelana elétrica é mais qualificada que a da produção de porcelana doméstica. Observa-se que nas cerâmicas produtoras de isoladores de porcelana boa parte da produção é automatizada, tendo grandes fornos para a queima dos materiais e um controle de qualidade do produto acabado rigoroso (SOUZA, 2003).

Alguns dados setoriais da produção de isoladores elétricos de porcelana, do ano de 2003, conforme levantamento da Associação Brasileira de Cerâmica (ABCERAM, 2007), são apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Dados setoriais – Isoladores de porcelana (ABCERAM, 2007).

ISOLADORES ELÉTRICOS DE PORCELANA	
Número de Empresas	6
Número de Fábricas	9
Capacidade Instalada (t/ano)	44.000
Produção (t/ano)	28.000
Faturamento (US\$ milhões)	39
Exportação (US\$ milhões)	13
Importação (US\$ milhões)	1,2
Empregos Diretos	1.700

Considerando uma produção média atual de 30.000 toneladas/ano de isoladores de porcelana, com um descarte da ordem de 5%, sendo que 75% do total produzido serve com material de substituição das instalações já existentes, tem-se um descarte da ordem de 25.000 toneladas/ano de porcelana.

Outro fator é que o polo fabril de isoladores de porcelana concentra-se na cidade de Pedreira [SP] na região Metropolitana de Campinas [SP], com 4 empresas e 7 fábricas, concentrando cerca de 80% da produção nacional. Levando em conta que os fabricantes de isoladores são os responsáveis em dar um destino mais nobre as peças trocadas, a cidade de Pedreira [SP] tem um passivo de cerca de 25.000 toneladas/ano de isoladores de porcelana inservíveis.

Isoladores elétricos de porcelana

Os isoladores de porcelana são materiais cerâmicos classificados como cerâmica branca, pois possuem um corpo de massa branca recobertos por uma camada vítrea de esmalte.

Esta porcelana elétrica é constituída basicamente de argila, esta porém deve ter baixo teor de ferro, para não comprometer as funções isoladoras do produto; e de feldspato responsável pela geração da “massa vítrea”. Possuem também elevado ponto de fusão, sendo manufaturados a frio na forma plástica e sofrendo processo de queima até temperatura de 2000 °C (SCHMIT, 1979; ABCERAM, 2007).

Conforme Mamede Filho (1994) os isoladores são elementos sólidos com propriedades mecânicas capazes de suportar os esforços produzidos pelos condutores. Eletricamente estes possuem a função de isolar os condutores, que estão submetidos a uma diferença de potencial em relação à estrutura de suporte ou em relação a outro condutor.

Estes isoladores de porcelana são empregados em três tipos diferentes de instalações elétricas: transmissão, distribuição e, subestações e instalações industriais. São constituídos basicamente de 30% de caulim + argila, 30% de feldspato e 40% de quartzo, denominados isoladores de quartzo. Ao passo que os isoladores especiais, isto é, isoladores de subestações elétricas recebem a adição de alumina, em substituição parcial ao quartzo, recebendo o nome de isoladores de alumina.

São misturadas também outras substâncias em porcentagens bem reduzidas que influenciaram a qualidade dielétrica e mecânica do isolador, sendo as principais substâncias o hidróxido de ferro, o silicato de cálcio, o silicato de magnésio e alguns ácidos. Aumentando as quantidades das matérias-primas básicas dos isoladores obtém-se alguns melhorias, segundo Mamede Filho (1994), como:

- aumentando o teor de quartzo o isolador será mais resistente às altas temperaturas, com uma maior resistência mecânica e menor rigidez dielétrica;
- uma maior quantidade de feldspato aumentará o comportamento isolante, isto é, os valores de rigidez dielétrica, fator de perdas entre outros, e;
- elevando a quantidade de caulim e argila, tem-se um isolador mais resistente aos choques térmicos, porém com menor rigidez dielétrica.

As quantidades das matérias-primas podem sofrer mudanças, devido a aplicação que a porcelana terá, para então em função das condições elétricas ou dielétricas, mecânicas e térmicas que o material suportará (SCHMIT, 1979; MAMEDE FILHO, 1994; ABCERAM, 2007).

A questão da reciclagem

A Lei Federal nº 10.257 (BRASIL, 2001), promulgada em 10/07/2001, que criou o Estatuto das Cidades, determinou novas e importantes diretrizes para o desenvolvimento sustentado dos aglomerados urbanos no País.

Consta no Estatuto das Cidades a necessidade de proteção e preservação do meio ambiente natural e construído, com uma justa distribuição dos benefícios e ônus decorrentes da urbanização, exigindo que os municípios adotem políticas setoriais articuladas e sintonizadas com o seu Plano Diretor. Uma dessas políticas setoriais, que pode ser destacada, é a que trata da gestão dos resíduos sólidos.

No ano de 2002 foi aprovada pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA a Resolução nº 307, de 05/07/2002, (BRASIL, 2002). Esta resolução definiu as responsabilidades e deveres, tornando obrigatória em todos os municípios do país e no Distrito Federal a implantação pelo poder público local de Planos Integrados de

Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil, como forma de eliminar os impactos ambientais decorrentes do descontrole das atividades relacionadas à geração, transporte e destinação desses materiais.

A Resolução 307 também determina para os geradores de resíduos a adoção, sempre que possível, de medidas que minimizem a geração de resíduos e sua reutilização ou reciclagem; ou, quando for inviável, que eles sejam reservados de forma segregada para posterior utilização (CAIXA, 2005).

A sociedade passou a tratar melhor da disposição dos materiais após a publicação da Resolução 307 do CONAMA. Entretanto, esta se apega aos resíduos gerados durante a obra de construção, mas que perfeitamente pode ser estendida para os materiais descartados durante o processo fabril ou mesmo na substituição dos produtos obsoletos e inservíveis.

Analogamente com os resíduos da construção civil os isoladores elétricos de porcelana, provenientes do controle de qualidade fabril, inservíveis ou obsoletos, se não foram destinados a local próprio para sua reciclagem ou reuso, podem causar danos ao ambiente em relação a:

- Degradação das áreas de manancial e de proteção permanente;
- Proliferação de agentes transmissores de doenças;
- Assoreamento de rios e córregos;
- Obstrução dos sistemas de drenagem: piscinões, sarjetas, galerias entre outros;
- Ocupação de vias e logradouros públicos por resíduos, gerando problemas na circulação de pessoas e veículos, degradando a paisagem urbana;
- Existência e acúmulo de resíduos que podem gerar riscos por sua periculosidade;
- Colocação em risco da estabilidade de encostas e comprometimento da drenagem urbana SindusCon-SP (2005).

Destaca-se que as disposições descontroladas de resíduos provocam o lançamento clandestino de outros tipos de resíduos não inertes, de origem doméstica e industrial, acelerando a degradação ambiental e tornando ainda mais complexa e cara a possibilidade de sua recuperação futura (CAIXA, 2005; SindusCon-SP, 2005).

A reciclagem na construção

A reciclagem de resíduos e rejeitos da construção civil e seu emprego como material alternativo na própria construção é uma forma de reduzir o impacto ambiental causado pela deposição indiscriminada dos resíduos e rejeitos na natureza (JOHN, 2000).

Há de considerar que a construção civil, tem aumentando sua participação no PIB (Produto Interno Bruto) brasileiro. Em consequência deste aumento tem-se o aumento de resíduos e rejeitos gerados por toda cadeia produtiva da construção civil.

O processo de reciclagem de qualquer material para emprego na construção é complexo e multidisciplinar, conforme John (2000), integrando conceitos novos com estudos de durabilidade e resistência a longo prazo, análise de risco de contaminação ambiental, ciência dos materiais, química, economia, meio ambiente entre outros.

Toda esta reciclagem faz parte do desenvolvimento sustentável, isto é, garantir uma melhor qualidade de vida para toda a população e também preservar os recursos para as gerações futuras.

Mas a implantação de um sistema de reciclagem de qualquer produto da construção e em qualquer parte da cadeia produtiva representa um custo elevado se as partes envolvidas não tiverem um sistema de gestão da qualidade, pois este diminui os desperdícios.

A reciclagem de qualquer produto pós-consumo é viável quando o produto possui um elevado valor agregado, porém, os resíduos industriais são mais fáceis de reciclar, pelo fato das empresas terem sob seu domínio estes resíduos, não tendo que realizar nenhuma logística para sua coleta.

Os maiores recicladores ligados a construção civil são a indústria de aço e cimento devida a grande quantidade de sucatas e escórias utilizadas respectivamente. Nestes dois setores também são utilizados diversos materiais na queima dos produtos, como pneus, restos de madeiras e papéis.

Porém, qualquer tipo de reciclagem só será possível se o fornecimento do resíduo for por tempo suficiente para amortizar os investimentos. Durante o repasse de informações sobre os processos podem ocorrer mudanças nos processos de fabricação e gestão dos resíduos para aumentar a reciclagem dos produtos.

No próprio fabricante nem sempre há danos quantitativos dos custos ambientais de seus produtos, como: custos de deposição dos resíduos, embalagens, transporte, licenciamento ambiental, multas ambientais e sua posterior recuperação (JOHN, 2000).

Entretanto, a reciclagem dos resíduos e rejeitos da construção civil pode apresentar danos a saúde dos operários e moradores próximos das usinas de reciclagem (PINTO; SILVA, 2008) e ao meio ambiente (SOUZA, 2003) relativos ao grande volume de poeira e ruídos durante o processo.

Uma alternativa para a diminuição do volume de poeira suspensa no ar é a adoção de um sistema de pulverização de água, em todos os setores da usina, desde a chegada do material até sua estocagem (PINTO; SILVA, 2008). Em relação aos danos causados ao meio ambiente, Souza (2003) elaborou uma Gestão Ambiental a ser empregada no município de Pedreira [SP], importante pólo de produção de isoladores de porcelana, destacando-se três principais fatores:

- reabilitação e controle do meio ambiente, recuperando as áreas já degradadas;
- avaliação e controle da degradação futura, conservando e melhorando a qualidade ambiental existente, e;
- planejamento ambiental, estudando uma futura degradação e sua recuperação ambiental (SOUZA, 2003).

O descarte dos isoladores

A questão da disposição da cerâmica e a inexistência de políticas públicas que disciplinam e ordenam os fluxos da destinação dos resíduos nas cidades, ligada ao descompromisso dos geradores tanto no manejo como na destinação dos resíduos, ocasionam danos muitas vezes irreversíveis, como o número significativo de áreas degradadas, na forma de botaforas clandestinos ou de disposições irregulares.

O descarte dos isoladores elétricos de porcelana na natureza é fator preocupante tanto para seus fabricantes como para a sociedade como um todo, pois pode-se observar que sua disposição ocorre em todo e qualquer ambiente.



Figura 1. Isoladores de porcelana descartados em terrenos baldios. Fonte: CAMPOS, 2011.



Figura 2. Descarte dos isoladores de porcelana em estradas rurais (à esquerda), e nos rios (à direita). Fonte: CAMPOS, 2009.

Nota-se que muitas vezes estes isoladores são descartados em terrenos baldios, figura 1, em estradas rurais, figura 2 (a) e até mesmo no leito dos rios, figura 1.2 (b) (CAMPOS, 2009; CAMPOS, 2011).

Apesar de ser um material cerâmico, alguns isoladores podem conter em seu interior materiais nocivos ao ambiente. Muitas vezes estes são quebrados para a retirada da ferragem que há em seu interior, material este de fácil e boa venda, tendo o corpo de cerâmica descartado na natureza até com restos deste ferro. Esta prática é mais comum em empresas compradoras de sucatas elétricas e transformadores usados em geral.

Classificação quanto à reciclagem e reutilização dos isoladores de porcelana

De acordo com a definição na Resolução nº 307 do CONAMA, Brasil (2002), os rejeitos de isoladores elétricos de porcelana provenientes do descarte do material inservível ou do controle de qualidade no processo fabril são classificados como resíduos de Classe A (componentes cerâmicos), devendo ser destinados na seguinte forma: *“deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura”* (BRASIL, 2002).

Conclusão

O setor ceramista, em especial os isoladores elétricos de porcelana possui atualmente uma produção anual estimada em 30.000 toneladas, isoladores estes que até o momento não possuem uma metodologia de reciclagem ou reuso que atenda todo o passivo anual existente no Brasil.

Em especial a cidade de Pedreira [SP] que concentra 80% da produção brasileira destes isoladores, sendo que as cerâmicas produtoras, de acordo com as leis em vigor, responsáveis por dar um destino mais nobre as peças inservíveis do que apenas descartá-las na natureza, torna-se um problema regional a questão destes isoladores de porcelana.

Destaca-se que as cerâmicas produtoras dos isoladores de porcelana na cidade de Pedreira [SP] possuem um passivo anual estimado em a 25.000 toneladas, considerando as peças inservíveis e aquelas referente ao controle de qualidade fabril.

Algumas empresas passaram a utilizar na mistura crua cerca de 3% de isoladores finamente moídos em substituição a argila. Há também o reuso de isoladores não queimados –“crus”, isto é, utilização de 7% de isoladores já conformados e não queimados na massa de porcelana. Já na produção de tijolos refratários, há uma substituição de até 5% dos materiais calcinados pelos isoladores elétricos de porcelana finamente moídos.

Mas o que fazer com a outra parte do passivo de isoladores de porcelana, já que são cerca de 23.000 toneladas anuais de material nobre que muitas vezes são descartados na natureza, principalmente pelas empresas de sucata elétrica, ou se acumulam nos pátios das cerâmicas produtoras sem uma utilização correta e nobre?

Inúmeros foram os trabalhos que procuraram nos últimos anos oferecer uma metodologia de reciclagem destes isoladores e incorporando-os na construção civil como substituição aos agregados comuns utilizados em concretos e argamassas, caso das pesquisas de Frank et al (2004), Senthamarai; Devadas Manoharan (2005), Portela et al (2006), Santolaia et al (2007), Lintz et al (2008), Campos (2009) e Senthamarai; Devadas Manoharan; Gobinath (2011). Nestes trabalhos recomendava-se uma substituição de até 50% dos agregados comuns pelos isoladores elétricos de porcelana moídos em granulometria similar.

Entretanto, dois fatores eram marcantes para restrição ao uso: a granulometria do agregado superior a 19 mm e a camada vítrea, esmalte, de revestimento dos isoladores, sendo estes fatores potencialmente atribuídos a diminuição da resistência às propriedades mecânicas dos concretos e argamassas com os agregados de isoladores de porcelana.

O trabalho de Campos (2011) veio a comprovar que a camada vítrea não interfere nas propriedades mecânicas dos concretos e argamassas e tão pouco contribui na hidratação do cimento, sendo que esta porcelana quando moída em menor granulometria atua como material pozolânico devido sua atividade pozolânica.

Esta porcelana ao ser moída em granulometria similar ao agregado comum miúdo, poderia substituir 32% de toda areia utilizada anualmente na construção civil na Região Metropolitana da Campinas [SP], com mais de 2 milhões de habitantes, já que em muitas indústrias cerâmicas produtoras de isoladores elétricos a reutilização básica dos isoladores em desconformidade é em aterros e sub-base de pavimentação, não suprimindo a totalidade de isoladores inservíveis gerados.

É possível a produção anual de 500.000 m³ de concreto, com consumo de cimento de 250 kg/m³, com este passivo de porcelana substituindo 10% dos agregados. Portanto, a metodologia apresentada nesta pesquisa será um legado para próximas pesquisas visando a utilização de isoladores elétricos de porcelana em concretos e argamassas. A porcelana deve se somar a outros materiais alternativos com o intuito de reduzir a extração dos agregados comuns empregados na construção civil.

Assim, as cerâmicas produtoras de isoladores elétricos de porcelana da cidade de Pedreira [SP] possuem de estudos científicos que norteiam a reutilização destes isoladores, devendo apenas estas disponibilizarem o seu passivo acumulado de isoladores para beneficiar toda uma região que sofre com o acúmulo destes isoladores pelas cerâmicas e inclusive com o descarte irregular destes isoladores na natureza.

Referências

BRASIL. **Lei Federal nº 10.257**, de 10/07/2001, disponível em: <www.planalto.gov.br>. Acesso em: 22/04/2013.

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, nº 136, 17 de julho de 2002. Seção 1, p. 95-96.

CAIXA. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil**. Coordenadores: Tarcisio de Paula Pinto, Juan Luís Rodrigo Gonzáles. Brasília: Caixa, 2005. 196 p. Volume 1 – Manual de orientação: como implantar um sistema de manejo e gestão nos municípios.

CAMPOS, M. A. **Estudo do reaproveitamento de isoladores elétricos de porcelana como agregados em argamassas e concretos**. Dissertação Mestrado. Faculdade de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo – Unicamp. Campinas, 2009.

_____. **Estudo do reaproveitamento de isoladores elétricos de porcelana como agregados em argamassas e concretos**. Tese Doutorado. Faculdade de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo – Unicamp. Campinas, 2011.

FRANCK, R.; JOUKOSKI, A.; PORTELLA, K. F.; BERKSEN, R. Utilização de rejeitos de isoladores de porcelana em concretos, em substituição parcial ou total dos agregados naturais. In: Congresso Brasileiro do Concreto, 46., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: IBRACON, 2004.

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: Contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2000. 113p.

LINTZ, R. C. C.; CAMPOS, M. A.; Jacintho, A. E. P. de A.; Paulon, V. A.; BARBOSA, L. A. G. Estudo das propriedades mecânicas do concreto com adições de isoladores elétricos de porcelana em substituição ao agregado graúdo. In: JORNADAS SUDAMERICANAS DE INGENIERIA ESTRUCTURAL, 34., 2008, Santiago. **Anais...** Santiago: ASAAE, 2008.

MAMEDE FILHO, J. **Manual de equipamentos elétricos**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC-Livros Técnicos e Científicos, 1994. 456 p. v. 2.

PINTO, T. C. N. O.; SILVA, M. C. E. S. P. Riscos à saúde dos trabalhadores nos processos brasileiros de reciclagem de resíduos de construção e demolição. FUNDACENTRO. Disponível: <www.fundacentro.org.br>. Acesso em: 25/03/2008.

PORTELLA, K. F.; JOUKOSKI, A.; FRANCK, R.; DERKSEN, R. Reciclagem secundária de rejeitos de porcelana elétrica em estruturas de concreto: determinação do desempenho sob envelhecimento acelerado. In: **CERÂMICA**, 52., 2006. 155-167 p.

SANTOLAIA, A. P. P.; CARDIN JUNIOR, W. H.; LINTZ, R. C. C.; BOZZA, J. L. Utilização da adição de resíduo de porcelana no concreto. In: Congresso Brasileiro do Concreto, 49., 2007, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: IBRACON, 2007.

SCHMIT, V. **Materiais elétricos**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1979. 166 p. v. 2

SENTHAMARAI, R. M.; DEVADAS MANOHARAN, P. Concrete with ceramic waste aggregate. **Cement & Concrete Composites**, 27., p. 910-913, 2005.

————— ; ————— ; GOBINATH, D. Concrete made from ceramic industry waste: Durability properties. In: **Construction and Building Materials**, 25., p. 2413-2419, 2011.

SindusCon-SP. **Gestão ambiental de resíduos da construção civil: a experiência do SindusCon-SP**. Coordenador: Tarcisio de Paula Pinto. São Paulo: Obra Limpa: I&T: SindusCon-SP, 2005. 48 p.

SOUZA, S. D. C. de; ARICA, J. Mudança tecnológica e estratificação competitiva em um arranjo produtivo do setor ceramista. **Produção**, v. 16., n. 1.,p. 88-99, 2006.

SOUZA, S. F. de. **A indústria cerâmica de Pedreira e seus impactos ambientais: subsídios para uma gestão ambiental pública**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências. Campinas, 2003. 117p.

VAN VLACK, L. H. **Propriedades dos materiais cerâmicos**; tradução Cid Silveira e Shiroyuki Oniki. São Paulo, Edgard Blücher, Ed. da Universidade de São Paulo, 1973. 318p.