



AVALIAÇÃO DA GERAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DO RESÍDUO DE CERÂMICA VERMELHA

Débora Magali Hansen¹ (debyhansen@gmail.com), Feliciane Andrade Brehm¹ (felicianeb@unisinis.br), Marlova Piva Kulakowski¹ (marlovak@unisinis.br)
1 UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS

RESUMO

Tendo em vista a existência do pólo cerâmico no Rio Grande do Sul, e a totalidade de resíduos de cerâmica vermelha (RCV) resultante desse setor, juntamente com a literatura que apresenta uma grande variabilidade nos dados relacionados ao percentual de geração de RCV, buscou-se, através deste estudo, avaliar o percentual de geração de RCV em uma empresa específica, objeto do estudo e comparar os resultados obtidos com a literatura. A empresa possui dois sistemas produtivos distintos, um artesanal (Cerâmica 1) e um automatizado (Cerâmica 2). Foram analisados individualmente os dados produtivos de ambos os sistemas, lançados diariamente em um software de gestão em dois períodos distintos (junho/2014 a julho/2015 e abril/2015 a março/2016). Foi possível concluir que a Cerâmica 1 apresenta um percentual de geração de RCV de 8,4% no primeiro período e de 5,8% no segundo período avaliado, enquanto que a Cerâmica 2 apresenta um percentual de geração de RCV de 1,6% no primeiro período e 2,7% no segundo período avaliado. A literatura apresenta duas faixas de geração de RCV, onde a Cerâmica 1 se enquadra em uma faixa e a Cerâmica 2 se enquadra na outra faixa. Desta forma é possível inferir que os dados apresentados pela literatura podem ter sido obtidos por sistemas produtivos similares aos estudados no presente artigo. A redução do percentual de geração de RCV da Cerâmica 1 é oriundo de intervenções realizadas pela empresa no processo produtivo, já o aumento da geração de RCV da Cerâmica 2 deve-se principalmente à umidade da argila.

Palavras-chave: resíduo de cerâmica vermelha; percentual de geração; quantificação.

GENERATION OF EVALUATION AND MEASUREMENT OF RED CERAMIC WASTE

ABSTRACT

Due to the existence of the ceramic pole in Rio Grande do Sul, and all red ceramic waste (RCV) resulting from this sector, along with the literature that shows a great variability in the data related to the percentage of RCV generation, it was attempted, through this study, to evaluate the percentage of RCV generation in a specific company, object of this study, and compare the results with the literature. The company has two different production systems, a handmade (Ceramics 1) and an automated (Ceramics 2). individually analyzed the production data from both systems, launched daily in a management software in two different periods (June / 2014 to July / 2015 and April / 2015 to March / 2016). It can be concluded that the ceramic 1 has a percentage of RCV generation of 8.4% in the first period and 5.8% in the second evaluation period, whereas Ceramics 2 shows a percentage of RCV generation 1.6% in the first period and 2.7% in the second study period. The literature presents two tracks of RCV generation, where Ceramics 1 falls on a track and Ceramics 2 falls into the other track, so we can infer that the data presented in the literature may have been obtained by similar productive systems to study in this article. The reduction in the percentage of Ceramics 1 RCV generation comes from interventions carried out by the company in the production process, since the increased generation of RCV Ceramics 2 is mainly moisture clay.

Keywords: red ceramic waste; generation percentage; quantification.

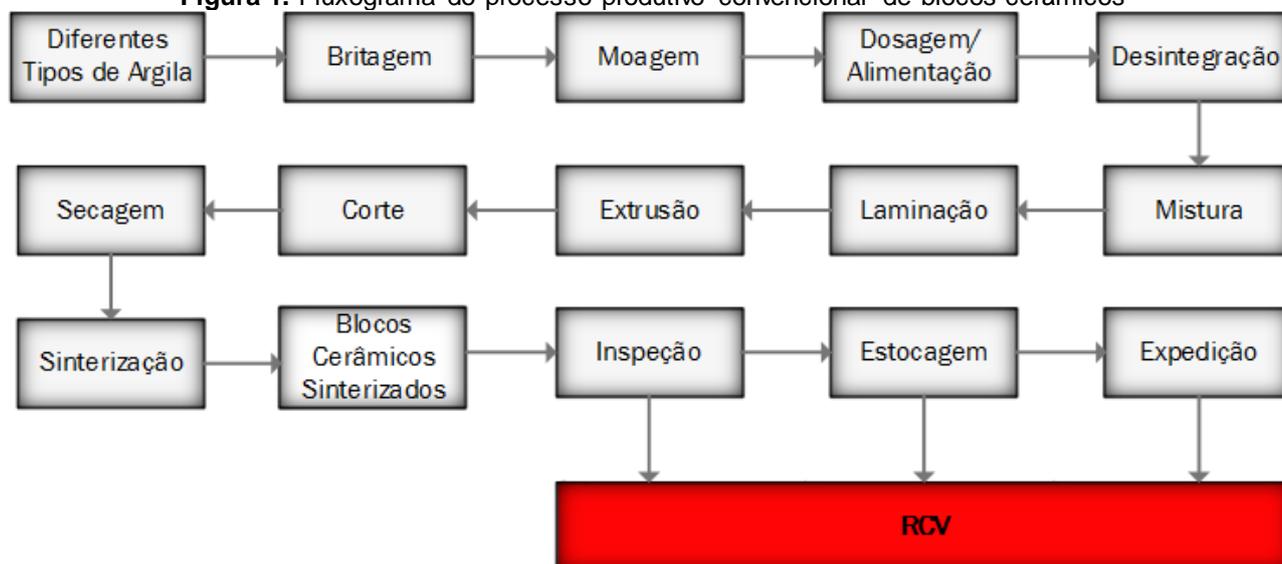


1. INTRODUÇÃO

Os resíduos cerâmicos gerados no processo de fabricação são peças inteiras que, após a sinterização, não atendem às especificações necessárias para a comercialização, e/ou pedaços de peças (cacos) que são originados da quebra de peças na própria sinterização, ou devido a movimentações as quais são submetidas (DIAS, 2004). Na maioria dos casos, esses resíduos são dispostos em locais como pátios das indústrias cerâmicas, propriedades pertencentes às indústrias ou áreas de extração de argila podendo causar impacto ambiental.

O processo produtivo do bloco cerâmico envolve várias etapas, que vão desde a extração e preparação da matéria-prima, até a obtenção do produto final. As principais etapas do processo produtivo são apresentadas na Figura 1. As etapas responsáveis pela geração do RCV são: a inspeção pós sinterização para fins de controle de qualidade, a estocagem e a expedição. Estas etapas estão destacadas na Figura 1.

Figura 1. Fluxograma do processo produtivo convencional de blocos cerâmicos



Fonte: Adaptado de ABC.

Na sinterização, que é a última etapa do processo produtivo, conforme o estudo do Sindicer/RS (2008), o controle sobre a geração de RCV, é muito baixo. O estudo apontou que 79,6% das empresas não possuem nenhum tipo de controle sobre essas perdas que ocorrem na etapa de sinterização, ou seja, não sabem a quantidade de RCV gerado em relação à sua produção. O mesmo estudo apontou que 82,4% das empresas realizam o transporte interno de produtos de forma manual. Esse meio de transporte pode gerar batidas, quedas e choques, principalmente se o piso for de chão batido, como é o caso de 82,1% das empresas pesquisadas. Conforme o estudo, o melhor sistema de transporte é o automático ou motorizado, este praticamente elimina os defeitos da mão-de-obra sobre o produto (SINDICER/RS, 2008).

Conforme Sindicer/RS (2008), com um total de 795 empresas, quando estas foram questionadas sobre as perdas ao longo do processo, 87% das empresas afirmaram ter perdas de até 5%, conforme pode ser observado na Tabela 1.



Tabela 1 - Percentual de perdas na fabricação de cerâmica vermelha no RS

Percentual aproximado de perdas na fabricação de seus produtos	Nº de empresas	Percentual (%)
De 0 a 5%	657	87,0
De 5 a 10%	78	10,30
De 10 a 15%	18	2,4
Acima de 15%	2	0,3
Total*	755	100,0

* 40 empresa não responderam sobre este item no questionário

Fonte: Sindicer/RS (2008, p. 17).

O percentual de perda acima dos 15% relatado é pequeno, representando a realidade de apenas 2 empresas do total das 755 avaliadas. Porém o mesmo estudo apontou que das 755 empresas que responderam ao questionário 81% não calculam ou avaliam as perdas na produção, apenas 19% das empresas se preocupam em controlá-las e destas, apenas 7% mantêm uma avaliação contínua (SINDICER/RS, 2008). Diante destas estatísticas, surge a dúvida em relação aos 87% das empresas que afirmam ter até 5% de perdas, uma vez que o controle é realizado por apenas 19% das empresas.

A literatura é muito divergente em relação ao percentual de geração do RCV das empresas (GONÇALVES, 2007). Os processos de medição de muitas empresas são falhos e muitas delas não possuem registro, operando de forma clandestina. Desta forma, não são englobadas nas estatísticas estaduais e federais que também são deficientes (SINDICER/RS, 2008).

Conforme dados encontrados na literatura, o percentual mínimo de geração do RCV foi de 0,5% (VIEIRA et al., 2004) já o percentual máximo apresentado foi de 30% (DIAS, 2004), esse percentual foi alcançado para os fornos do tipo Caieiras (HENRIQUES et al., 1993 apud DIAS, 2004). Percentuais de 20% são esperados para os fornos tipo caipira (intermitente de chama invertida) e, para os demais tipos de fornos, o percentual de geração de RCV pode chegar aproximadamente a 2% (EFICIENCIA ENERGÉTICA EM LADRILLERAS ARTESANALES (EELA), 2013).

Para as grandes quantidades de argila consumida (7.800.000 t/mês)(ANICER, 2014), 1% de geração de RCV ainda representa um volume de material a ser gerenciado, e medidas são necessárias tanto na questão da melhoria da eficiência do processo, quanto no gerenciamento do montante de resíduos gerados. A Tabela 2 apresenta a correlação entre o tipo de forno utilizado com o percentual de geração de RCV atribuído.

Tabela 2 - Percentuais de geração de resíduo cerâmico em relação ao tipo de forno utilizado

Tipo de Forno	Caieiras	Caipira	Abóbada redondo	Câmaras	Hoffmann	Cedan	Túnel
Autor	Dias (2004)	ELLA (2013)					
% geração de RCV	30	10-20	~2	~2	~1	~1	<1
~ aproximadamente							

Fonte: ELLA, 2013.

Ao consultar a bibliografia é possível verificar que existe uma ampla faixa de perdas do setor cerâmico em relação à geração do RCV, conforme pode ser observado na Tabela 3.



Tabela 3 – Diferentes percentuais de geração de RCV apresentados pela literatura

Autor	Geração de RCV de até (%)
Dias (2004)	30
Vieira et al.(2004)	10
Viera (2005)	10
Saboya (2000) apud Désir et.al (2005)	10
Gonçalves (2005)	30
Senhamarai e Monaharan (2005)	30
Sindicer/RS (2008)	15
EELA (2013)	20
Sales e Alferes Filho (2014)	1,6
Garcia et al. (2014)	5

2. OBJETIVO

O presente artigo tem por objetivo, avaliar a geração de RCV, através da quantificação de sua geração em uma empresa de produção de artefatos de cerâmica vermelha, mediante um estudo de caso aplicado e comparar com os resultados apresentados pela literatura.

3. METODOLOGIA

A empresa objeto de estudo é formada por dois processos produtivos de artigos cerâmicos independentes. O sistema denominado Cerâmica 1 é formado por um sistema de produção mais artesanal, e com equipamentos mais antigos, e o sistema denominado Cerâmica 2 possui tecnologias mais modernas e automatizadas. A empresa produz 80 diferentes produtos cerâmicos, entre blocos cerâmicos de vedação (tijolos), elementos de enchimento para lajes (tabelas) e canaletas.

Todos os dados produtivos da empresa são registrados e lançados diariamente em um software de gestão adquirido pela empresa. A quantidade de RCV gerada foi avaliada a partir de um relatório extraído deste software. O controle de cada peça produzida e rejeitada é realizado a partir da massa estimada de cada peça.

Para avaliar a geração e a quantificação do RCV, foram utilizados os dados produtivos e de geração de RCV lançados no software de gestão utilizado pela empresa. Esses dados foram tabelados, e realizou-se uma relação produção-geração do RCV.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos dados extraídos do software de gestão da empresa, foi possível tomar conhecimento sobre os dados produtivos e a quantidade de RCV gerado na empresa. Essas informações são apresentadas na Tabela 4 e Tabela 5.

A Tabela 4 apresenta os dados produtivos e o percentual de geração de RCV do período de julho/2014 a junho de 2015.

Tabela 4. Dados produtivos e geração de RCV no período de julho/2014 a junho/2015

Mês/Ano	Cerâmica 1			Cerâmica 2		
	Produto acabado (t)	RCV (t)	RCV (em %)	Produto acabado (t)	RCV (t)	RCV (em %)
jul/14	5.109,0	707,9	12,2	4.659,8	157,7	3,3
ago/14	4.827,4	661,9	12,1	4.260,2	124,7	2,8
set/14	4.881,1	418,6	7,9	4.965,5	47,0	0,9
out/14	5.378,5	286,4	5,1	5.463,0	2,8	0,1



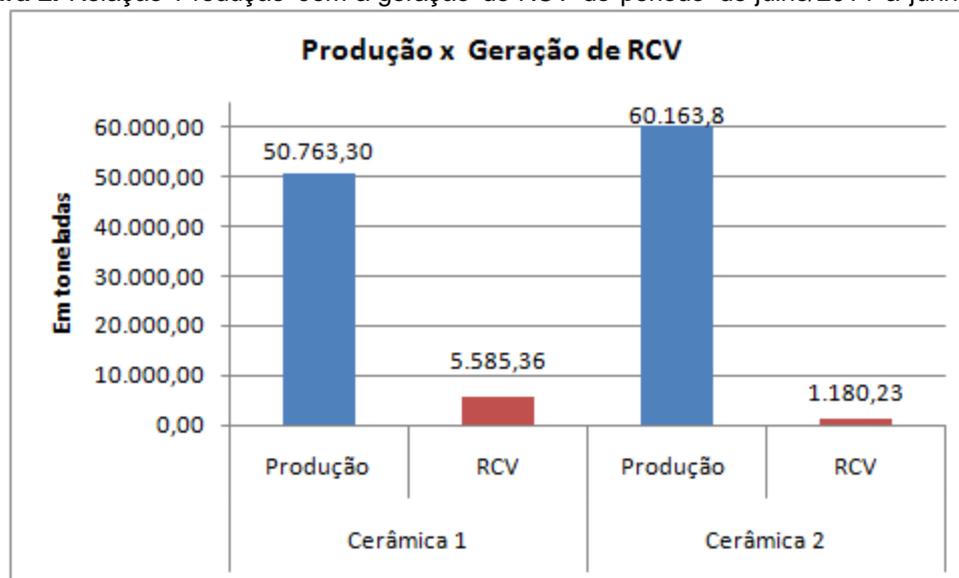
nov/14	4.711,8	347,9	6,9	5.110,4	24,6	0,5
dez/14	2.471,3	202,9	7,6	3.539,1	7,5	0,2
jan/15	3.184,8	57,3	1,8	4.665,5	82,3	1,7
fev/15	4.141,0	581,1	12,3	5.711,6	38,6	0,7
mar/15	3.989,6	575,6	12,6	5.265,3	56,9	1,1
abr/15	4.197,0	188,8	4,3	5.654,5	193,7	3,3
mai/15	3.947,2	402,4	9,3	5.950,5	83,1	1,4
jun/15	3.924,8	383,7	8,9	4.918,4	151,5	3,0
Total:	50.763,3	5.585,4		60.163,8	1.180,2	
Média/mês:	4.230,3	401,2	8,4	5.013,7	80,9	1,6

Conforme dados apresentados na Tabela 4 é possível observar que na cerâmica 1 foram produzidos nos 12 meses analisados um total de 50.763,3 toneladas de cerâmicas, com uma média mensal de 4.230,3 toneladas. No mesmo período foram geradas 5.585,4 toneladas de RCV, com uma média mensal de 401 toneladas. Desta forma, analisando os valores médios apontados da produção de artefatos cerâmicos com a geração de RCV, é possível afirmar que o percentual médio mensal de geração de RCV na cerâmica 1 foi de 8,4%.

Já na Cerâmica 2 foram produzidas no mesmo período 60.163,8 toneladas de cerâmica, que resultou em uma produção média de 5.013,7 toneladas/mês. Foram geradas no período de 12 meses 1.180,2 toneladas de RCV, em média 80,9 toneladas/mês. O percentual médio mensal de geração de RCV desse sistema de produção foi 1,6%.

A Figura 2 apresenta os dados relacionados ao período de 12 meses em relação à produção e geração de RCV em um comparativo entre as cerâmicas 1 e 2.

Figura 2. Relação Produção com a geração de RCV do período de julho/2014 a junho/2015



O sistema Cerâmica 1 apresentou uma geração de RCV aproximadamente 374 % maior em relação ao sistema Cerâmica 2. Tal fato pode ser explicado pelo sistema produtivo adotado, na Cerâmica 1 utilizar uma produção artesanal, com bastante interferência humana no processo em relação à Cerâmica 2 que utiliza um sistema automatizado, onde a interferência humana, ocorre basicamente na operação de máquinas e no controle do processo.



Para o segundo período avaliado, entre abril/2015 a março/2016 os dados de produção e geração de RCV são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Dados produtivos e geração de RCV no período de abril/2015 a março/2016

Mês/Ano	Cerâmica 1			Cerâmica 2		
	Produto acabado (t)	RCV (t)	RCV (em %)	Produto acabado (t)	RCV (t)	RCV (em %)
abr/15	4.197,0	188,8	4,3	5.654,5	193,7	3,3
mai/15	3.947,2	402,4	9,3	5.950,5	83,1	1,4
jun/15	3.909,6	383,7	8,9	4.918,4	160,0	3,2
jul/15	5.280,3	301,3	5,4	5.339,2	123,2	2,3
ago/15	5.495,8	285,3	4,9	5.334,5	20,9	0,4
set/15	4.448,7	177,6	3,8	5.769,4	92,4	1,6
out/15	4.879,0	136,7	2,7	5.603,3	96,0	1,7
nov/15	3.526,8	379,8	9,7	5.311,6	313,0	5,6
dez/15	2.236,1	245,1	9,9	3.635,0	198,1	5,2
jan/16	1.135,2	18,7	1,6	2.069,5	82,8	3,8
fev/16	3.307,7	111,2	3,3	5.244,8	28,7	0,5
mar/16	3.644,1	210,8	5,5	5.327,8	180,4	3,3
Total:	46.007,4	2.841,4		60.158,6	1.572,4	
Média/mês:	3.833,9	236,8	5,8	5.013,2	131,0	2,7

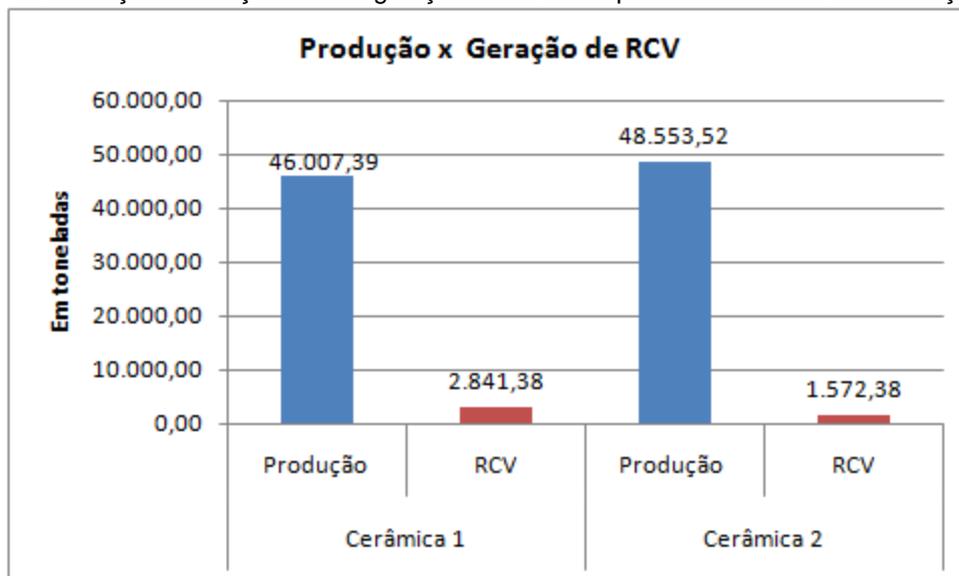
Através da análise da Tabela 5 é possível observar que na cerâmica 1 foram produzidos no período de 12 meses analisados um total de 46.007,4 toneladas de cerâmicas, com uma média mensal de 3.833,9 toneladas. No mesmo período foram geradas 2.841,4 toneladas de RCV, com uma média mensal de 236,8 toneladas. Ao analisar os valores médios apontados da produção de artefatos cerâmicos com a geração de RCV, é possível afirmar que o percentual médio mensal de geração de RCV na cerâmica 1 foi de 5,8%, representando uma redução de 30% na geração do RCV, quando comparado ao período anterior.

Já na Cerâmica 2 foram produzidas no mesmo período 60.158,6 toneladas de cerâmica, que resultou em uma produção média mensal de 5.013,2 toneladas. Foram geradas nos 12 meses avaliados 1.572,4 toneladas de RCV, em média 131,0 toneladas/mês. O percentual médio mensal de geração de RCV do sistema de produção Cerâmica 2 foi 2,7%, representando um aumento na geração de RCV de 63% quando comparado ao período anterior de avaliação.

A Figura 3 apresenta os dados produtivos e de geração de RCV relacionados ao período de 12 meses na comparação entre as cerâmicas 1 e 2.



Figura 3. Relação Produção com a geração de RCV do período de abril/2015 a março/2016



Ao observar a Figura 3 e comparar a mesma com a Figura 2, é possível verificar que a produção do segundo período avaliado foi menor, porém melhorias realizadas no processo produtivo da cerâmica 1 permitiram reduzir as quantidades de RCV gerado. Entre as melhorias realizadas é possível citar: a padronização de ensaios no laboratório, e padronização de procedimentos no processo produtivo, investimento na utilização de argila sazoadada, que consiste basicamente na extração da argila e sua disposição por um período de tempo às intempéries, condição que melhora as propriedades das argilas utilizadas para a fabricação dos artefatos de cerâmica. Além disso, foram realizadas melhorias no controle sobre a produção individual de cada turno da empresa, com capacitação da mão-de-obra. O conjunto destes fatores permitiu reduzir a geração de RCV na Cerâmica 1 em 30%.

Mesmo com as medidas adotadas, a geração de RCV da Cerâmica 1 foi 81% maior, quando comparada a cerâmica 2. O aumento da geração de RCV da Cerâmica 2 quando comparado ao primeiro período avaliado, se deve principalmente pela umidade da argila. Pelo fato do segundo período avaliado, ter apresentado chuvas e umidade acima da média, esse fator contribuiu para uma maior umidade da argila, e quando elevada, essa umidade exerce influência no restante do processo produtivo.

Os percentuais de geração de RCV apresentados para a cerâmica 1, tanto no primeiro período avaliado, julho/2014 a junho/2015 (8,4%) e o percentual de 5,8% apresentado no segundo período avaliado (abril/2015 a março/2016) estão condizentes com os resultados apresentados pela literatura. Gonçalves (2007) admite em seu estudo que as empresas apresentam um percentual de geração de RCV de até 10%, o mesmo valor já era apresentado por Viera (2005) e Vieira et al. (2004) como percentual máximo de geração de RCV das empresas cerâmicas. Grigoletti (2001) expôs que cerca de 30% das empresas avaliadas apresentavam um percentual de geração de RCV entre 5% a 10%, faixa na qual se enquadra a Cerâmica 1.

Quanto à Cerâmica 2, que apresentou no primeiro período avaliado um percentual de 1,6%, o valor confere com o apresentado por Sales e Alferes Filho (2014), que apresentaram exatamente o mesmo percentual de geração de RCV em seu estudo. Já o relatório EELA (2013) que apresentou o resultado de aproximadamente 1% de geração de RCV para os fornos do tipo túnel, o mesmo utilizado pela empresa objeto de estudo. Ao considerar o valor de 2,7% obtido para o segundo período avaliado, de abril/2015 a março/2016, mesmo apresenta-se superior ao apresentado pela literatura. Mesmo assim, é possível inferir que os dados apresentados pelos



autores foram obtidos a partir de uma empresa com um processo produtivo similar ao empregado na Cerâmica 2.

5. CONCLUSÃO

Através dos resultados obtidos foi possível verificar que o sistema cerâmica 1, cujo processo produtivo é artesanal, com bastante interferência humana apresentou um percentual médio de geração de RCV de 8,4% no primeiro período avaliado e de 5,8% no segundo período avaliado. Verificou-se que as interferências realizadas pela empresa no sistema produtivo e sobre a mão-de-obra proporcionaram reduções na geração de RCV em 30%.

Quanto à cerâmica 2, que utiliza um sistema produtivo automatizado, a mesma apresentou uma menor geração de RCV quando comparada à cerâmica 1. Na comparação entre os dois períodos avaliados, verificou-se que no primeiro período a geração de RCV foi de 1,6% e no segundo período apresentou aumento de 63%, resultando em um percentual de geração de RCV de 2,7%, provocado principalmente pela umidade presente na argila. A menor geração de RCV da Cerâmica 2 comprova que a inserção de tecnologias modernas no setor cerâmico pode reduzir as quantidades de RCV geradas, aumentando a eficiência do processo produtivo.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES pela bolsa de fomento à pesquisa, e à empresa Construrohr pela disponibilização dos dados produtivos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA (ABC). Processo de fabricação de cerâmica vermelha. São Paulo, [2011]. Disponível em: <<http://www.abceram.org.br/site/index.php?area=45#>>. Acesso em: 01 abr. 2016.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA CERÂMICA (ANICER). Disponível em: <<http://portal.anicer.com.br>>. Acesso em: 21 mar. 2016.

DÉSIR J. M.; DIAS, D. P.; ROCHA, C. A. A.; DANTAS, D. F.. Avaliação da contribuição da atividade pozolânica do resíduo de tijolo moído na resistência de argamassas. In: CONFERÊNCIA INTERAMERICANA SOBRE MATERIAIS E TECNOLOGIAS NÃO-CONVENCIONAIS NA CONSTRUÇÃO ECOLÓGICA E SUSTENTÁVEL - IAC-NOCMAT, 2005, Rio de Janeiro. Anais eletrônicos... Rio de Janeiro: ABMTENC, 2005. Disponível em: <http://www.researchgate.net/publication/262564995_Avaliao_da_Contribuio_da_Atividade_Pozolanica_do_Resduo_do_Tijolo_modo_na_Resistncia_de_Argamassas>. Acesso em: 03 jan. 2015.

DIAS, J. F. Avaliação de resíduos da fabricação de telhas cerâmicas para seu emprego em camadas de pavimento de baixo custo. 2004. f.268. Tese (Doutorado em Engenharia) - Departamento de Engenharia de Construção Civil e Urbana, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (POLI-USP), São Paulo, 2004.

EFICIENCIA ENERGÉTICA EM LADRILLERAS ARTESANALES (EELA). Programa de eficiência energética na indústria de cerâmica vermelha da América Latina visando mitigar a mudança climática. Manual de eficiência energética na indústria de cerâmica vermelha. Rio de Janeiro, abr. 2013. Material em PDF.

GARCIA, E.; CABRAL JUNIOR, M.; QUARCIONI, V. Â.; CHOTOLI, F.F.. Resíduo de cerâmica vermelha (rcv): uma alternativa como material pozolânico. Cerâmica Industrial, 19 (4) Julho/Agosto, 2014, p 31-38. Disponível em: <<http://ceramicaindustrial.org.br/pdf/v19n4/v19n4a05>>



.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2015

GONÇALVES, J. P. Desenvolvimento e caracterização de concretos de baixo impacto ambiental e contendo argila calcinada e areia artificial. 2005. 273 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, 2005.

GONÇALVES, J. P. Utilização do resíduo da indústria cerâmica para produção de concretos. REM: Revista Escola de Minas, Ouro Preto, vol. 60, n. 4, p. 639-344, out.-dez. 2007.

GRIGOLETTI, G. C.. Caracterização de impactos ambientais de indústrias de cerâmica vermelha do estado do Rio Grande do Sul. 2001. 154 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Porto Alegre, 2001.

SALES, A. T. C.; ALFERES FILHO, R. dos S. Efeito do pó de resíduo cerâmico como adição ativa para o concreto. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 113-125, jan./mar. 2014.

SENTHAMARAI, R; MANOHARAN, P.D..Concrete with ceramic waste aggregate.Cement & Concrete Composites, 2005 Out-Nov, Vol.27(9-10), p.910-913.

SINDICATO DAS INDÚSTRIAS DE OLARIA E DE CERÂMICA PARA CONSTRUÇÃO NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL - SINDICER. Diagnóstico da Indústria da Cerâmica Vermelha no Estado do Rio Grande do Sul. Relatório de pesquisa. Porto Alegre, 2008. 60 p.

VIEIRA, A. A.P. Estudo do aproveitamento de resíduos de cerâmica vermelha como substituição pozolânica em argamassas e concretos. 2005. 107 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, 2005.

VIEIRA, C. M. F.; SOUZA, E. T. A.; MONTEIRO, S. N. Efeito da incorporação de chamote no processamento e microestrutura da cerâmica vermelha. Cerâmica, v. 50, n. 315, p. 254-260, 2004.