

ANÁLISE DE CUSTO NA UTILIZAÇÃO DO RESÍDUO DE CORTE DE GRANITO EM MASSA CERÂMICA PARA PRODUÇÃO DE TELHAS

Raphael de Brito Oliveira dos Santos

Graduando em Engenharia de Produção/ISECENSA
rbrito@censanet.com.br

Thiago Neves Henriques

Graduando em Engenharia de Produção/ISECENSA
thiagonhenriques@gmail.com

Marília de Fátima da C. M. Barroso

Mestre em Engenharia de Produção pela UENF
marilia@ucam-campos.br

Resumo:

O presente trabalho tem como objetivo analisar os custos de produção de telhas com utilização de massa cerâmica padrão na região de Campos dos Goytacazes, Estado do Rio de Janeiro e então, com posse desses dados, analisar a variação nesse custo quando adicionados resíduos de corte de rochas ornamentais provenientes da cidade de Cachoeiro de Itapemirim, Estado do Espírito Santo, onde são gerados aproximadamente 80% dos 152.200 m³ de resíduos de todo o estado. Foram levantadas informações em trabalhos científicos que indicam que a incorporação desse resíduo em massa cerâmica para produção das telhas pode trazer benefícios técnicos no produto e contribuir para melhorias nas etapas de conformação e secagem. Através de um estudo de caso em uma cerâmica de Campos dos Goytacazes foram levantados todos gastos referente aos custos de produção avaliando todos os custos diretos, indiretos provenientes do processo de produção de telhas com utilização de argila, gerando um valor atualizado do custo do processo. Ao término do cálculo desse custo, foram avaliados os custos gerados pela logística que se faria necessária para deslocar os resíduos de rochas ornamentais da cidade de Cachoeiro de Itapemirim até a cerâmica em Campos dos Goytacazes e a variação que o custo dessa logística traria ao custo do produto fabricado em massa padrão. Os dados mostraram que a incorporação de 20% do resíduo de granito em massa cerâmica gera um aumento de 8,12% no custo produtivo, o que representa um acréscimo de apenas R\$ 0,03 por unidade de telha produzida.

Palavras-chave: custo da produção, resíduo de granito, produção de telhas.

Abstract:

This present paper aims to analyze the tiles production costs using of standard ceramic in Campos dos Goytacazes region, in Rio de Janeiro State and then, with these datas, analyze the cost changes when it add sawing waste ornamental stone from the Cachoeiro de Itapemirim city, Espirito Santo State, which generate approximately 80% of the 152,200 m³ of waste from all the state. Informations was obtained in scientific studies indicates that the incorporation of waste in mass production of ceramic tiles can bring technical benefits in the product and contribute to improvements in the steps of shaping and drying. A study in a ceramic from Campos dos Goytacazes have been accompanied all expenses related to the cost of production evaluating all direct and indirect costs from the production of tiles using clay, generating an updated process cost value. At the end of the cost calculation, were assessed the logistics costs that would be needed to move the ornamental waste from Cachoeiro de Itapemirim to the

ceramics in Campos dos Goytacazes and the variation of the logistic costs would bring to the manufactured product cost produced with standard ceramic. The data showed that the incorporation of 20% of granite waste in ceramic body generates an 8% increase in production cost, which represents an increase of R\$ 0.03 per unit produced tile.

Keywords: production cost, granite waste, tiles production.

INTRODUÇÃO

Atualmente, indústrias de todos os segmentos estão buscando de alguma maneira, alternativas para minimizar custos e melhorar a qualidade dos produtos oferecidos. A redução de custos em uma organização é hoje um fator de grande importância. No entanto, o peso das questões ambientais vem crescendo cada vez mais, sendo um critério decisivo no investimento em novos sistemas de produção e tecnologias.

No Brasil, a produção de rochas ornamentais e de revestimentos está a um nível bastante considerável, chegando a 8,0 milhões de toneladas no ano de 2007 (ABIROCHAS, 2007). Arelado a toda essa produção, existe uma quantidade de resíduo muito grande que são acondicionados em aterros e lagoas de decantação. Segundo Freire e Mota (1995, apud XAVIER, 2006, p. 24), a produção de resíduos nas indústrias de serragem de granito varia de 20% a 25% de sua massa.

No Espírito Santo é gerado aproximadamente 152.200 m³ de resíduos de beneficiamento de rochas por ano provindas da produção de rochas ornamentais. Desse total pouco mais de 80% são produzidos no município de Cachoeiro de Itapemirim (SINDIROCHAS, 2007).

O município de Cachoeiro de Itapemirim, localizado na região sul do Estado do Espírito Santo tem uma área territorial de 877 Km² e 195.288 habitantes (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2007). É conhecido pelo seu grande parque industrial de beneficiamento de rochas ornamentais, o maior do estado. As pedras extraídas do município e utilizadas como rochas ornamentais denominadas granito, são conhecidas comercialmente como Iberê Crema Bordeaux.

Uma das alternativas tecnológicas para a reciclagem deste tipo de resíduo é a incorporação em cerâmica vermelha. O setor de cerâmica vermelha utiliza a argila como matéria-prima principal para a obtenção de seus produtos como blocos de vedação (tijolos comuns), tijolos aparentes, blocos estruturais, telhas, pisos rústicos e manilhas. Segundo Xavier (2001), a utilização do resíduo de granito (chamado resíduo de granito pela tonalidade cinzenta) proveniente das indústrias de beneficiamento de blocos de granito em cerâmica vermelha, possibilita agregar valor ao resíduo.

O município de Campos dos Goytacazes, localizado no norte do Estado do Rio de Janeiro, e cerca de 130 km do município de Cachoeiro de Itapemirim, devido suas características geológicas, apresenta uma grande reserva de argila e tem como destaque em sua economia as indústrias álcool-açucareira e de cerâmica vermelha.

A indústria cerâmica é uma atividade de grande relevância na economia regional e está situada, em sua maioria, na margem direita do Rio Paraíba do Sul (VIEIRA, 2001). Segundo Henriques (2007) cerca de 110 indústrias extraem diariamente em torno de 8 mil toneladas de argilas para produzir 4

milhões de peças/dia. Mais de 5000 empregos diretos estão associados às indústrias cerâmicas da região.

Em estudo recente, (MONTEIRO; PEÇANHA; VIEIRA, 2004) analisaram o comportamento do material cerâmico de Campos dos Goytacazes com adições de rejeito de granito de Cachoeiro do Itapemirim - ES em diferentes quantidades (20, 30 e 40%) e foi concluído que é possível obter melhorias na qualidade de produtos cerâmicos como telhas, com a inserção de resíduos de granito.

Com o objetivo de estudar os efeitos da incorporação de resíduo de granito nas peças de cerâmicas vermelhas, Xavier (2006) indicou que podem ser utilizados resíduos de granito na massa de conformação de cerâmica vermelha, garantindo a durabilidade ao longo da vida útil do material. Esses resíduos são provenientes do processo de desdobramento de blocos de granito em chapas semi-acabadas e são produzidos grandes quantidades.

Segundo estudos realizados por Henriques (2007), recomenda-se a utilização de resíduo do corte de rochas ornamental na quantidade aproximada de 20% em peso para a queima numa temperatura máxima de 900°C, pois dessa forma não ocorrem alterações significativas nas propriedades físicas e mecânicas de queima da cerâmica argilosa. Além disso, esse percentual de resíduo melhora a plasticidade da massa cerâmica na etapa de conformação acarretando em redução da quantidade de água necessária para extrudar as peças. Logo, a etapa de secagem pode ser realizada de forma mais rápida, com menor gasto energético, e menores retrações das peças (HENRIQUES, 2007).

Nota-se que há muitos trabalhos científicos (HENRIQUES, 2007; XAVIER, 2006; MONTEIRO; PEÇANHA; VIEIRA, 2004) investigando os benefícios gerados com a utilização de resíduos de granito para produção de peças cerâmicas no que diz respeito à parte técnica do produto, porém quanto à parte econômica não vemos o mesmo volume de estudos realizados.

O presente trabalho tem por objetivo maior analisar a influência da utilização de resíduo de corte de rocha ornamental na produção de telha no que se refere ao custo do produto final. Os objetivos específicos deste trabalho são fazer a análise do custo da produção de telhas sem a substituição pelo o resíduo e com a substituição do resíduo, considerando como fator importante a melhoria da qualidade do produto comprovado em estudos anteriores.

MATERIAIS E MÉTODOS

O método de pesquisa do presente trabalho é um estudo de caso, onde será simulado todo custo para a utilização do resíduo de corte de granito numa empresa cerâmica para produção de telhas. O custo será analisado desde a obtenção do resíduo de corte de granito numa empresa X até a inserção do mesmo na massa cerâmica para a produção do produto. O processo de produção de telhas é representado pela figura abaixo:

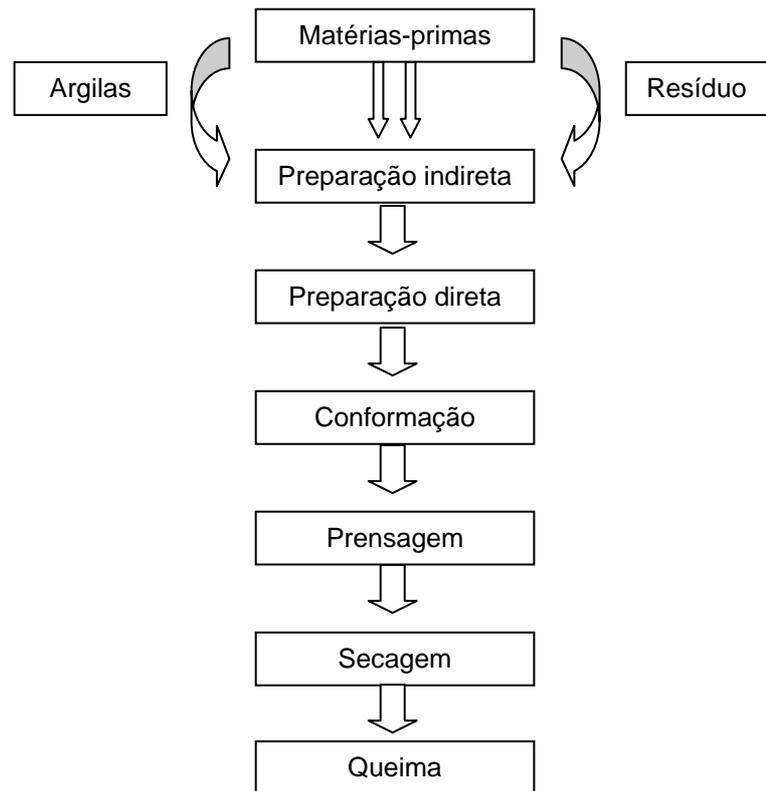


Figura 4. Fluxograma do processo de produção de telhas.

Embora a cerâmica produza telhas e tijolos, neste trabalho só serão calculados os custos referentes às telhas.

Segundo Yin (2001), estudo de caso é a:

“estratégia escolhida ao se examinarem acontecimentos contemporâneos, mas quando não se pode manipular comportamentos relevantes. O estudo de caso conta com muitas das técnicas utilizadas pelas pesquisas históricas, mas acrescenta duas fontes de evidências que usualmente não são incluídas no repertório de um historiador: observação direta e série sistemática de entrevistas”.

Os custos de produção são divididos em custos diretos e indiretos. Os custos diretos (CASAROTTO FILHO, KOPITTKKE, 2000, p.199) são aqueles referentes aos fatores diretamente utilizados na fabricação dos produtos e variam normalmente de forma direta com a utilização da capacidade de produção, como por exemplo: matérias-primas e mão de obra direta. Os custos indiretos normalmente não variam proporcionalmente à produção e podem até ser considerados como fixos em certos casos.

Segundo Horngren et. al. (2006) custos indiretos são aqueles relativos a função de produção de um objeto em particular, mas que não podem ser rastreado para esse objeto de forma eficaz.

Custo da Produção das Telhas sem Utilização de Resíduo de Granito

O cálculo do custo da produção das telhas teve como base os processos da Cerâmica X da cidade de Campos dos Goytacazes. Os dados foram coletados através de visitas a cerâmica e informações do responsável pela empresa. Foram levantados todos os custos de materiais (MAT), mão de obra direta (MOD) e indiretos de fabricação (CIFs).

A primeira fase desse trabalho constituiu-se no levantamento dos dados, para o cálculo da produção de telhas. Para a produção de 30000 telhas foram necessárias 105 toneladas de matéria-prima, que é a argila.

Custo da MAT (Matéria-prima): R\$ 3,00 por tonelada

Custo total da MAT para produzir 30000 unidades: $105 \text{ t} \times \text{R\$ } 3,00 = \text{R\$ } 315,00$

Foi considerado como custo direto o consumo da lenha nos fornos, uma vez que essas são utilizadas como combustível direto da produção de telhas. Gasta-se com lenha aproximadamente **R\$ 3.000,00** por ciclo num forno com capacidade de 30.000 peças. As perdas nessa etapa são estimadas em 5%.

O tempo gasto para produzir 30000 unidades, passando pelas etapas de conformação e prensagem, é de aproximadamente 7 horas e 20 minutos. Esses dados foram obtidos através de observação direta. Nesse período tivemos a seguinte Mão de Obra Direta: 1 operador na extrusora e 13 auxiliares de produção nas prensas.

Depois que as telhas passam pela prensa, adquirindo o formato final, elas ficam aproximadamente 12 horas ao ar livre e em seguida são colocadas na estufa. O tempo estimado para colocar 15.000 telhas na estufa é de 8 horas e este trabalho é feito por dois trabalhadores (auxiliar de produção II).

As telhas ficam em média 24 horas na estufa para eliminar a água que foi adicionada à massa cerâmica no início do processo a fim de proporcionar a plasticidade necessária para a etapa de conformação.

Depois da etapa de secagem, levam-se dois dias de trabalho com 6 auxiliares de produção para encher de telhas um forno com uma capacidade de 30000 peças. Com esses mesmos 6 funcionários, o tempo necessário para retirar as telhas desse mesmo forno são de três dias.

A cerâmica ainda conta com três forneiros para cuidar dos fornos só das telhas.

A jornada semanal de trabalho na cerâmica é de 44 horas. Os funcionários trabalham de segunda-feira a sábado. Então consideraremos uma jornada diária de 7,33 horas, ou seja: $44 \text{ horas} / 6 \text{ dias} = 7,3333$.

Temos durante o processo os seguintes trabalhadores com seus respectivos salários mensal:

Função	Salário mensal	Valor do dia (salário mensal/30)	Valor da hora (valor do dia/7,33)
Operador	R\$ 1.110,00	R\$ 37,00	R\$ 5,05
Auxiliar de Produção I	R\$ 920,00	R\$ 30,67	R\$ 4,18
Auxiliar de Produção II	R\$ 600,00	R\$ 20,00	R\$ 2,73
Auxiliar de Produção III	R\$ 1.200,00	R\$ 40,00	R\$ 5,45
Forneiro	R\$ 920,00	R\$ 30,67	R\$ 4,18

Tabela 1. Salário da mão de obra direta.

No quadro a seguir, apresentamos o número de horas que os funcionários ficam à disposição por ano.

Número de dias por ano	365
(-) Repouso Semanais Remunerados	- 48
(-) Férias	- 30
(-) Feriados (em média)	- 12
(=) Número máximo de dias à disposição	275
(x) Jornada diária	44/6 = 7,3333
(=) Número máximo de horas à disposição	2.016,67

Quadro 1. Número de horas à disposição por ano.

Segue abaixo o custo real que a empresa tem com a mão de obra direta no processo de produção.

Salários		Adicional constitucional de férias	
Número máximo de horas	2.016,67	Percentual	33,3333
Valor da hora (R\$)	5,05	Total de férias	1.111,00
Total de salários (R\$)	10.184,18	Total de adicional de férias	370,30
Repouso semanais remunerados		13° salário	
Dias de repouso	48	13° em dias	30
Jornada diária (horas)	7,3333	Jornada diária (horas)	7,3333
Horas de repouso	352	13° em horas	220
Valor da hora (R\$)	5,05	Valor da hora (R\$)	5,05
Total de repouso semanais remunerados (R\$)	1.777,60	Total (R\$)	1.111,00
Férias		Feriados	
Férias em dias	30	Feriados em dias	12
Jornada diária (horas)	7,3333	Jornada diária (horas)	7,33
Férias em horas	220	Feriados em horas	88
Valor da hora	5,05	Valor da hora	5,05
Total de férias (R\$)	1.111,00	Total de feriados (R\$)	444,40

Quadro 2. Custo com operador.

Salários		Adicional constitucional de férias	
Número máximo de horas	2.016,67	Percentual	33,3333
Valor da hora (R\$)	4,18	Total de férias	919,60
Total de salários (R\$)	8.429,68	Total de adicional de férias	306,50
Repouso semanais remunerados		13° salário	
Dias de repouso	48	13° em dias	30
Jornada diária (horas)	7,3333	Jornada diária (horas)	7,3333
Horas de repouso	352	13° em horas	220
Valor da hora (R\$)	4,18	Valor da hora (R\$)	4,18
Total de repouso semanais remunerados (R\$)	1.471,36	Total (R\$)	919,60
Férias		Feriados	
Férias em dias	30	Feriados em dias	12
Jornada diária (horas)	7,3333	Jornada diária (horas)	7,33
Férias em horas	220	Feriados em horas	88
Valor da hora	4,18	Valor da hora	4,18
Total de férias (R\$)	919,60	Total de feriados (R\$)	367,84

Quadro 3. Custo com o auxiliar de produção I e forneiro.

Salários		Adicional constitucional de férias	
Número máximo de horas	2.016,67	Percentual	33,3333
Valor da hora (R\$)	2,73	Total de férias	600,60
Total de salários (R\$)	5.505,51	Total de adicional de férias	200,18
Repouso semanais remunerados		13° salário	
Dias de repouso	48	13° em dias	30
Jornada diária (horas)	7,3333	Jornada diária (horas)	7,3333
Horas de repouso	352	13° em horas	220
Valor da hora (R\$)	2,73	Valor da hora (R\$)	2,73
Total de repouso semanais remunerados (R\$)	960,96	Total (R\$)	600,60
Férias		Feriados	
Férias em dias	30	Feriados em dias	12
Jornada diária (horas)	7,3333	Jornada diária (horas)	7,33
Férias em horas	220	Feriados em horas	88
Valor da hora	2,73	Valor da hora	2,73
Total de férias (R\$)	600,60	Total de feriados (R\$)	240,24

Quadro 4. Custo com o auxiliar de produção II.

Salários		Adicional constitucional de férias	
Número máximo de horas	2.016,67	Percentual	33,3333
Valor da hora (R\$)	5,45	Total de férias	1.199,00
Total de salários (R\$)	10.990,85	Total de adicional de férias	399,63
Repouso semanais remunerados		13° salário	
Dias de repouso	48	13° em dias	30
Jornada diária (horas)	7,3333	Jornada diária (horas)	7,3333
Horas de repouso	352	13° em horas	220
Valor da hora (R\$)	5,45	Valor da hora (R\$)	5,45
Total de repouso semanais remunerados (R\$)	1.918,40	Total (R\$)	1.199,00
Férias		Feriados	
Férias em dias	30	Feriados em dias	12
Jornada diária (horas)	7,3333	Jornada diária (horas)	7,33
Férias em horas	220	Feriados em horas	88
Valor da hora	5,45	Valor da hora	5,45
Total de férias (R\$)	1.199,00	Total de feriados (R\$)	479,60

Quadro 5. Custo com o auxiliar de produção III.

Por não termos acesso aos percentuais de contribuição dos encargos da cerâmica, consideraremos 36,8 %, de acordo com a média cobrada nas atuais empresas comerciais. Segue abaixo o custo geral por hora que a empresa tem com a mão de obra direta.

<i>Total</i>	<i>Operador (R\$)</i>	<i>Auxiliar de Produção I (R\$)</i>	<i>Auxiliar de Produção II (R\$)</i>	<i>Auxiliar de Produção III (R\$)</i>	<i>Forneiro (R\$)</i>
Salários	10.184,18	8.429,68	5.505,51	10.990,85	8.429,68
Repouso semanais remunerados	1777,60	1.471,36	960,96	1.918,40	1.471,36
Férias	1.111,00	919,60	600,60	1.199,00	919,60
Adicional constitucional de férias	370,30	306,50	200,18	399,63	306,50
13º salário	1.111,00	919,60	600,60	1.199,00	919,60
Feriados	444,40	367,84	240,24	476,60	367,84
Subtotal	14.998,48	12.414,58	8.108,09	16.186,48	12.414,58
Acréscimo legal outra contribuições	36,80%	36,80%	36,80%	36,80%	36,80%
Total com contribuições	20.517,92	16.983,15	11.091,87	22.143,10	16.983,15
Número de horas trabalhadas por ano	2.016,67	2.016,67	2.016,67	2.016,67	2.016,67
TOTAL GERAL POR HORA	10,17	8,42	5,50	10,98	8,42

Tabela 2. Custo com a MOD.

Considerando que são um operador na extrusora, 13 auxiliares de produção I nas prensas, 2 auxiliares de produção II para colocar as telhas na estufa, 6 auxiliares de produção III para colocar e retirar as telhas nos fornos e mais 3 forneiro para cuidar dos fornos só das telhas, temos que o custo com a mão de obra direta durante o processo de produção é de R\$ 10,17 do operador, mais 13 vezes R\$ 8,42 dos auxiliares de produção I, mais 2 vezes R\$ 5,50 dos auxiliares de produção II, mais 6 vezes R\$ 10,98 dos auxiliares de produção III, mais 3 vezes R\$ 8,42 dos forneiros, totalizando **R\$ 221,77** por hora.

Nesta cerâmica temos os seguintes custos indiretos de fabricação:

- Salário do supervisor da fábrica – R\$ 1.680,00;
- Salário do motorista do trator – R\$ 1.000,00;
- Energia elétrica da fábrica – R\$ 27.060 (média mensal);
- Consumo de óleo do trator – R\$ 630,00 (média mensal);

Os custos com os salários do supervisor e motoristas também são considerados como custo de mão de obra indireta (MOI) e o gasto real que a cerâmica tem com essa MOI segue abaixo:

Função	Salário mensal	Valor do dia (salário mensal/30)	Valor da hora (valor do dia/7,33)
Supervisor	R\$ 1680,00	R\$ 56,00	R\$ 7,64
Motorista	R\$ 1.000,00	R\$ 33,33	R\$ 4,55

Tabela 3. Salário da MOI.

Salários		Adicional constitucional de férias	
Número máximo de horas	2.016,67	Percentual	33,3333
Valor da hora (R\$)	7,64	Total de férias	1680,80
Total de salários (R\$)	15.407,36	Total de adicional de férias	560,21
Repouso semanais remunerados		13° salário	
Dias de repouso	48	13° em dias	30
Jornada diária (horas)	7,3333	Jornada diária (horas)	7,3333
Horas de repouso	352	13° em horas	220
Valor da hora (R\$)	7,64	Valor da hora (R\$)	7,64
Total de repouso semanais remunerados (R\$)	2.689,28	Total (R\$)	1.680,80
Férias		Feriados	
Férias em dias	30	Feriados em dias	12
Jornada diária (horas)	7,3333	Jornada diária (horas)	7,33
Férias em horas	220	Feriados em horas	88
Valor da hora	7,64	Valor da hora	7,64
Total de férias (R\$)	1.680,80	Total de feriados (R\$)	672,32

Quadro 6. Custo com o supervisor da fábrica.

Salários		Adicional constitucional de férias	
Número máximo de horas	2.016,67	Percentual	33,3333
Valor da hora (R\$)	4,55	Total de férias	1.001,00
Total de salários (R\$)	9.175,85	Total de adicional de férias	333,63
Repouso semanais remunerados		13° salário	
Dias de repouso	48	13° em dias	30
Jornada diária (horas)	7,3333	Jornada diária (horas)	7,3333
Horas de repouso	352	13° em horas	220
Valor da hora (R\$)	4,55	Valor da hora (R\$)	4,55
Total de repouso semanais remunerados (R\$)	1.601,60	Total (R\$)	1.001,00
Férias		Feriados	
Férias em dias	30	Feriados em dias	12
Jornada diária (horas)	7,3333	Jornada diária (horas)	7,33
Férias em horas	220	Feriados em horas	88
Valor da hora	4,55	Valor da hora	4,55
Total de férias (R\$)	1.001,00	Total de feriadados (R\$)	400,40

Quadro 7. Custos com o motorista do trator.

Total	Supervisor (R\$)	Motorista (R\$)
a) Salários	15.407,36	9.175,85
b) Repouso semanais remunerados	2.689,28	1.601,60
c) Férias	1.680,80	1.001,00
d) Adicional constitucional de férias	560,21	333,63
e) 13° salário	1.680,80	1.001,00
f) Feriados	672,32	400,40
Subtotal	22.690,77	13.513,48
Acréscimo legal outra contribuições	36,80%	36,80%
Total com contribuições	31.040,97	18.486,44
Número de horas trabalhadas por ano	2016,67	2016,67
TOTAL GERAL POR HORA	15,39	9,17

Tabela 4. Custo com o supervisor e motorista.

Os custos indiretos de fabricação serão rateados com base no tempo de produção. O tempo total disponível por mês na fábrica é de 7,33 horas vezes 30 dias que totaliza 220 horas. O tempo utilizado para produção de 250000 telhas (média mensal) é de 61 horas e 30 minutos, o que representa 28% de utilização do tempo disponível. Esse percentual será utilizado como base de rateio de todos os custos indiretos da cerâmica.

	Custo total por mês (R\$)	28% (R\$)
Salário do supervisor	3.385,78	948,02
Salário do motorista	2.017,39	564,87
TOTAL		1.512,89

Tabela 5. Custo com a MOI.

	Custo total por mês (R\$)	28% (R\$)
Energia elétrica da fábrica	27.060,00	7.576,80
Consumo de óleo do trator	630,00	176,40
TOTAL		7.753,20

Tabela 6. Custos indiretos de fabricação.

Sabemos que, o tempo necessário para produzir 30.000 telhas passando pelas etapas de conformação e prensagem é de 7 horas e 20 minutos, para colocar 15.000 telhas na estufa gasta-se 8 horas com dois trabalhadores, para tirar as telhas da estufa e encher um forno de 30.000 leva-se 16 horas com 6 pessoas e para retirar as telhas desse mesmo forno com 6 pessoas são necessários 24 horas. Resumindo temos os seguintes custos com MOD para produzir 30.000 telhas:

- a) Um operador (R\$ 10,17) vezes 7,33 horas = **R\$ 74,58**;
- b) Treze auxiliares de produção I (13 x R\$ 8,42) vezes 7,33 horas = **R\$ 802,70**;
- c) Dois auxiliares de produção II (2 x R\$ 5,50) vezes 8 horas vezes 2 = **R\$ 176,00**;
- d) Seis auxiliares de produção III (6 x R\$ 10,98) vezes 16 horas = **R\$ 1.054,08**;
- e) Três forneiros (3 x R\$ 1.852,39 por mês na produção de 250.000 telhas). Para 30.000 temos: (3 x R\$ 1.852,39 x 30.000) dividido por 250.000 = **R\$ 666,86**;
- f) Seis auxiliares de produção III (6 x R\$ 10,98) vezes 24 horas = **R\$ 1.581,12**;
- g) **TOTAL = R\$ 4.355,34**

Sabemos que a produção média de telhas é de 250.000 peças por mês e os custos indiretos foram rateados para um período mensal.

Colocando os custos indiretos para produção de telhas em um valor referente a 30.000 unidades, temos:

- a) Custo com a Mão de Obra Indireta: $(R\$ 1.512,89 \times 30.000) / 250.000 =$ **R\$ 181,55;**
- b) Custo com energia elétrica: $(R\$ 7.576,80 \times 30.000) / 250.000 =$ **R\$ 909,22;**
- c) Custo com óleo do trator: $(R\$ 176,40 \times 30.000) / 250.000 =$ **R\$ 21,17;**

Considerando as perdas estimadas no forno de 5%, a tabela a seguir apresenta os custos consolidados para a produção de 28.500 telhas, o que seria equivalente a 95% de um lote de 30.000 unidades.

CUSTOS DIRETOS	MAT	315,00
	MOD	6.133,90
	LENHA	3.000,00
CUSTOS INDIRETOS	MOI	181,55
	ENERGIA ELÉTRICA	909,22
	ÓLEO DO TRATOR	21,17
TOTAL		10.560,84

Tabela 7 Custo da produção.

Então concluímos que o custo unitário de produção de telha é de R\$ 10.560,84 dividido por 28.500 unidades que é igual a R\$ 0,37. A seguir, apresentaremos o custo com o descarte do resíduo de corte de granito.

Custo com o Descarte do Resíduo

Através de visita técnica a empresa “X” de beneficiamento de rochas no município de Cachoeiro de Itapemirim e informações obtidas por e-mail, foi calculado todo custo com o descarte do resíduo de granito.

Em média é gerado na empresa cerca de 240 m³ de resíduo de granito por mês, contendo partículas metálicas (granalha). O custo com o transporte desse resíduo da empresa até o local de descarte é de R\$ 80,00 por caçamba de 5 m³. O custo com armazenagem é de R\$ 12,00 por m³.

Cálculo:

$$\begin{aligned}
 &240 \text{ m}^3 \text{ (resíduos)} / 5 \text{ m}^3 \text{ (capacidade da caçamba)} = 48 \text{ viagens} \\
 &48 \times R\$ 80,00 = R\$ 3.840,00 \\
 &240 \text{ m}^3 \times R\$ 12,00 = R\$ 2.880,00 \\
 &R\$ 3.840,00 + R\$ 2.880,00 = R\$ 6.720,00
 \end{aligned}$$

Estima-se então, um custo de aproximadamente R\$ 6.720,00 por mês só para descartar corretamente o resíduo.

Custo da Produção das Telhas com a Utilização do Resíduo

Com a incorporação do resíduo de granito em massa cerâmica para produção de telhas, temos um custo considerável com o transporte. Esse custo será considerado como custo direto, uma vez que esse transporte será para trazer material apenas para produção de telhas.

Para este cálculo, consideraremos a indicação de Henriques (2007) de 20% de resíduo de corte de granito.

Para a utilização de 20% resíduo na produção de 30.000 telhas serão necessárias 21 toneladas de resíduo. A economia de argila será a mesma quantidade de resíduo utilizada. O resíduo entrará no início do processo como a argila, não trazendo alterações nem custos adicionais exceto com o transporte.

Foi realizado um contato com uma das empresas responsável pelo transporte do resíduo das empresas até o aterro, em Cachoeiro de Itapemirim, e o preço do transporte desse resíduo de Cachoeiro de Itapemirim até Campos é de R\$ 780,00 para 22 toneladas.

Considerando que entrarão no forno 30.000 e sairão 28.500 unidades, devido as perdas estimadas de 5%, segue abaixo o custo da produção de 28.500 telhas com a utilização do resíduo de corte de granito.

CUSTOS DIRETOS	MAT	252,00
	MOD	6.133,90
	LENHA	3.000,00
	TRANSPORTE DO RESÍDUO	780,00
CUSTOS INDIRETOS	MOI	181,55
	ENERGIA ELÉTRICA	909,22
	ÓLEO DO TRATOR	21,17
TOTAL		11.277,84

Tabela 8. Custo da produção com a utilização do resíduo.

Sendo assim, o custo final da telha com a utilização do resíduo será de R\$ 11.277,84 dividido por 28.500 unidades que será igual a R\$ 0,40 por unidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a análise dos custos podemos concluir que o maior custo para a produção de telhas em condições normais é a mão de obra direta, representando 58% do custo total de produção. A matéria-prima, elemento que

será poupado caso utilize o resíduo, é a que representa o menor custo direto de produção e contribui para apenas 2,98% do custo total de produção. O custo unitário da telha com produção sem a utilização de resíduo de corte de granito é de **R\$ 0,37** e assim foi distribuído:

CUSTOS DIRETOS	MAT	2,98%
	MOD	58,08%
	LENHA	28,41%
CUSTOS INDIRETOS	MOI	1,72%
	ENERGIA ELÉTRICA	8,61%
	ÓLEO DO TRATOR	0,20%
	TOTAL	100 %

Tabela 9. Proporção da contribuição dos custos.

As empresas geradoras de resíduo têm um custo considerável para descartar seus resíduos nos aterros, respeitando as normas ambientais. Somando-se os custos com o transporte da empresa até o aterro mais o custo de armazenagem, temos um custo mensal de R\$6.720,00 para descartar 240 m³ desse resíduo. Percebemos então que a empresa gasta R\$ 28,00 por m³ para descartar o resíduo.

Com a utilização do resíduo de corte granito, como resultado no custo final, houve um pequeno aumento no custo de produção das telhas. O cálculo realizado considerou uma adição de 20% de resíduo de corte granito em massa cerâmica para produção de telhas e esse aumento foi de 8% no custo final em relação a produção de telhas sem a utilização de resíduo.

Estudos realizados por Monteiro; Peçanha; Vieira, (2004), mostram que pode ser adicionado 20, 30 e até 40% de resíduo de corte granito em massa cerâmica para produção de telhas. Na tabela abaixo, segue os custos da telha com a inserção do resíduo nas proporções citadas.

	<i>PROPORÇÃO DE RESÍDUO</i>	20%	30%	40%
CUSTOS DIRETOS	MAT	252,00	220,50	189,90
	MOD	6.133,90	6.133,90	6.133,90
	LENHA	3.000,00	3.000,00	3.000,00
	TRANSPORTE DO RESÍDUO	780,00	1.170,00	1.560,00
CUSTOS INDIRETOS	MOI	181,55	181,55	181,55
	ENERGIA ELÉTRICA	909,22	909,22	909,22
	ÓLEO DO TRATOR	21,17	21,17	21,17
TOTAL (R\$)		11.277,84	11.636,64	11.996,14

Tabela 10. Custo da produção com a utilização de resíduo em diferentes proporções.

Para a utilização de 20% de resíduo em massa cerâmica para produzir telhas, são necessárias 21 toneladas de resíduo. Para transportar essa

quantidade, uma viagem é suficiente a um custo de R\$ 780,00 já que a capacidade máxima do caminhão devido a fiscalizações nas estradas é de 22 toneladas.

Para a utilização de 30%, são necessárias 31,5 toneladas de resíduo. Para transportar essa quantidade, é necessário aproximadamente um caminhão utilizando a carga máxima, mais um com a metade de sua capacidade. Consideremos o custo de uma viagem e meia, com base em três viagens divididas por dois.

Já para a utilização de 40%, são necessárias 42 toneladas de resíduo, o que demanda duas viagens a um custo de R\$ 780,00 cada.

Com essas proporções, temos os seguintes custos unitários:

- Para utilização de 20% - R\$ 11.277,84 / 28500 = **R\$ 0,40**
- Para utilização de 30% - R\$ 11.636,64 / 28500 = **R\$ 0,41**
- Para utilização de 40% - R\$ 11.996,14 / 28500 = **R\$ 0,42**

CONCLUSÃO

Na análise de custo da utilização do resíduo obtido do corte de granito como componente da massa cerâmica utilizada para produção de telhas, foi possível concluir, com base na revisão de literatura, que a utilização do resíduo de corte de granito em massa cerâmica para produção de telhas, melhora as características técnicas do produto, entre elas, redução da plasticidade da massa cerâmica, melhorando a etapa de conformação, acarretando na redução da quantidade de água necessária para extrudar as peças e, em conseqüência, a etapa de secagem pode ser realizada de forma mais rápida, com menor gasto energético, e menores retrações das peças.

A logística necessária para deslocamento do resíduo de corte de granito da cidade de Cachoeiro de Itapemirim para a cidade de Campos dos Goytacazes é de um valor consideravelmente alto, R\$780,00, quando comparado a argila, que possui a valor por tonelada de R\$ 3,00, e como esse resíduo substitui diretamente a argila, tal substituição gera um aumento no custo final da telha de 8,12% adicionando 20% de resíduo, 10,81% adicionando 30% de resíduo e 13,51% adicionando 40% de resíduo.

A utilização do resíduo de corte de granito em massa cerâmica para produção de telhas reduz o impacto ambiental causado pela extração da argila e também pela disposição do resíduo em aterros ou pátios das empresas.

Recomenda-se a intervenção dos governos do Estado do Rio de Janeiro e do Estado do Espírito Santo para elaborar um projeto que possa minimizar os custos no transporte do resíduo da cidade de Cachoeiro de Itapemirim para Campos dos Goytacazes através de incentivos. Essa medida viabiliza economicamente a utilização do resíduo pelas cerâmicas trazendo ganhos ambientais para o Estado do Espírito Santo e aumentando a competitividade das cerâmicas de Campos dos Goytacazes, uma vez que, no mercado globalizado atual, responsabilidade ambiental é fator diferencial.

Fica como sugestão para trabalhos futuros, fazer um estudo detalhado sobre os impactos ambientais com o descarte do resíduo de rochas ornamentais e com a exploração das jazidas de argilas. Outra sugestão seria realizar uma análise de viabilidade econômica da utilização desse resíduo em massa cerâmica para produzir telhas, considerando todos os custos ambientais, fatores tangíveis e intangíveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACCHAR, W.; VIEIRA, F. A.; SEGADÃES, A.M.; Using ornamental stone cutting rejects as raw materials for red clay ceramic products: Properties and microstructure development. **Materials Science and Engineering**, p. 606-610, 2006.

ALEXANDRE, J. **Análise de Matéria-Prima e Composições de Massa Utilizada em Cerâmica Vermelha**. Tese de Doutorado em Ciências de Engenharia – Campos dos Goytacazes – RJ. Universidade Estadual do Norte Fluminense, 2000 174p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ROCHAS ORNAMENTAIS. 2008. Disponível em:< <http://www.abirochas.com.br/noticias.php>>. Acesso em: 25 Jun. 2008.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA CERÂMICA. 2008. Disponível em: < <http://www.anicer.com.br/> >. Acesso em: 19 Jun. 2008.

CASAROTTO FILHO, N.; KOPITKE, B.H. **Análise de Investimento**. 9ª ed. São Paulo: Atlas, 2000. 458p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). (Estimativas de População. Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 13 Jun. 2008.

HORNGREN, C. T.; DATAR, S. M.; FOSTER, G. Contabilidade de Custos. 11ª ed. São Paulo: Pearson, 2006. 526p.

HENRIQUES, D.N.; Substituição de Areia de Quartzo por Resíduo de Rocha Ornamental em Massa Cerâmica para Telhas. 2007. 66p. Monografia (Bacharelado) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2007.

LEONE, G.S.G. Contabilidade de Custos. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2000. 457p.

MARTINS, E. Contabilidade de Custos. 9ª ed. São Paulo: Atlas, 2003. 370p.

MONTEIRO, S. N., PEÇANHA, L. A., VIEIRA, C. M. F. Reformulation of Roofing Tiles Body With Addition of Granite Waste From Sawing Operations, **Journal of the European Ceramic Society**, v. 26, p. 305-310, 2004.

PEITER, et al. Rochas Ornamentais no século XXI: bases para uma política de desenvolvimento sustentado das exportações brasileiras. Rio de Janeiro. CETEM, 2001. Internet. Disponível em: <http://www.abirochas.com.br/livro_04.php>. Acesso em 18 jun. 2008.

RAMOS, I. S.; ALVES, M. G.; ALEXANDRE, J.; Diagnóstico do Pólo Cerâmico de Campos dos Goytacazes – RJ. **Cerâmica Industrial**, v. 11, p. 28-32, 2006.

SILVA, R. B.; MAGACHO, I.; BRAGA, F. S.; PREZOTTI, J. C. S.; Identificação e Gerenciamento dos Resíduos Gerados em Empresas de Beneficiamento de Rochas Ornamentais Localizadas no Município de Nova Venécia/ ES. **XIII Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 2008.

SILVA, S. A. C. Caracterização do Resíduo da Serragem de Blocos de Granito. Estudo do Potencial de Aplicação na Fabricação de Argamassas de Assentamento e de Tijolos de Solo-Cimento. 1998. Dissertação de Mestrado

em Engenharia Ambiental – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, 1998.

SINDIROCHAS – Sindicato da Indústria de Rochas Ornamentais, Cal e Calcário do Estado do Espírito Santo. 2007. Disponível em: <<http://www.sindirochas.com.br/>>. Acesso em: 18 Jun. 2008.

SOUZA, J. N.; **Utilização do resíduo proveniente da serragem de rochas graníticas como material de enchimento em concretos asfálticos usinados à quente.** Dissertação de Mestrado em Geotécnica – Universidade Federal de Campina Grande PB, 2001.

VICECONTI, P.E.V.; NEVES, S. Contabilidade Custos: Um enfoque Direto e Objetivo. 7° ed. São Paulo: Frase Ltda, 2003. 272p.

VIEIRA, C.M.F. et al. Caracterização de Argilas da Baixada Campista. 43° Congresso Brasileiro de Cerâmica. Florianópolis, p. 37601-37611. 1999.

VIEIRA, C. M. F. **Caracterização de Argilas de Campos dos Goytacazes Visando à Fabricação de Revestimento Cerâmico Semiporoso.** 2001. 118p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2001.

VIEIRA, C. M. F.; SOARES, T.M.; MONTEIRO, S. N.; Massas cerâmicas para telhas: características e comportamento de queima. Cerâmica, São Paulo, v. 49, n. 312, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0366-69132003000400009&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 26 Jun. 2008.

XAVIER, G.C. **Utilização de Resíduos de Mármore e Granito na Massa de Conformação de Cerâmica Vermelha.** Dissertação de Mestrado em Ciências de Engenharia – Campos dos Goytacazes – RJ. Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF. 285p. 2001.

XAVIER, G.C. **Resistência, alterabilidade, durabilidade de peças cerâmicas vermelhas incorporadas com resíduo de granito.** Dissertação (Doutorado) – Campos dos Goytacazes – RJ. Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF. 202p. 2006.

YIN, R. K. **Estudo de Caso.** 2 ed. Porto Alegre: Bookmann, 2001.