



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



Cerâmica Vermelha – Desperdício na Construção Versus Recurso Natural Não Renovável: Estudo de Caso nos Municípios de Paudalho/PE e Recife/PE

Romildo Morant de Holanda¹, Bernardo Barbosa da Silva²

¹ Professor MSc. Universidade Federal Rural de Pernambuco/DTR. E-mail: romildomorant@otr.ufpe.br

² Professor Dr. Universidade Federal de Campina Grande/UACA. E-mail: bernardo@dca.ufcg.edu.br

Artigo recebido em 17/02/2011 e aceito em 18/02/2011

RESUMO

A construção civil é um setor muito importante da economia e para a sociedade, e dentre os seus principais sub-setores o de edificações é um grande consumidor de tijolos cerâmicos, pois é um dos principais insumos para fechamento de vãos em casas e apartamentos. O tijolo cerâmico é, em sua totalidade, constituído de argila, no caso um recurso natural não renovável finito. Após a sua extração nas jazidas e de sua sinterização o elemento cerâmico passa a existir e o recurso mineral não metal que compõe a argila não mais existe. Mesmo sendo importante a indústria da Construção Civil, sub-setor Edificações (ICC/SE) ainda mantém níveis altos de perdas de insumos, raramente quantificados. Neste sentido, o presente trabalho teve por objetivo a quantificação das perdas da cerâmica vermelha na construção civil no estado de Pernambuco. Foram levantados dados em duas edificações localizadas na cidade do Recife, por um período de seis meses no ano de 2010. Nas duas obras foram registradas perdas médias de 20,45% de alvenaria e isso acarretou um desperdício também da matéria prima argila, pois o resíduo gerado não mais constitui recurso natural e sim resíduo sólido com grande potencial de impactar o meio ambiente. Concluiu-se, ainda, que há de serem adotadas medidas preventivas com urgência vez que as perdas anuais de argila, somente no estado de Pernambuco, são da ordem de 300.000 m³, o que representa um grande risco ambiental.

Palavras-chave: Risco ambiental; tijolo cerâmico, desperdícios na construção civil.

Red Ceramic - Construction Waste Versus Non-Renewable Natural Resource: A Case Study in Paudalho - PE and Recife - Cities

ABSTRACT

The building sector is a very important section of the economy and for the society, and among their main sub-sections the one of constructions is a great consumer of ceramic bricks, because it is one of the main inputs for closing of spaces in houses and apartments. The ceramic brick is, in its totality, constituted of clay, in the case a natural resource no renewable. After its extraction in the beds and of its clay coalition the ceramic element starts to exist and the mineral resource no metal that composes the clay no more it exists. Even of great importance the building sector industry, sub-section Constructions (BSI/SC) it still maintains high levels of losses of inputs, rarely quantified. In this sense, the present work had for objective the quantification of the red ceramic losses in a building site in the State of Pernambuco. Data collected in two constructions located in Recife city for a period of six months in the year of 2010 were used for quantification of the losses. The two sites presented an average losses of 20,45% and that caused a waste of the primary matter clay, because the generated residue is no more a natural resource and it represents a solid residue with great potential the environment impact. It was concluded that some urgent attitudes must be adopted in order to reduce such waste since that the annual losses of clay, only in the State of Pernambuco, represent an approximate volume of 300,000 m³, what represents a great environmental risk.

Key-Word: I scratch out environmental; ceramic brick, wastes in the building site.

1. Introdução

O Brasil vem se consolidando nos últimos anos no cenário internacional como

um país com grande potencial econômico e político, recebendo investimento de vários grupos internacionais e programas

* E-mail para correspondência: romildomorant@otr.ufpe.br
(Holanda, R. M.).

estruturadores do Governo, como o PAC (Programa de Aceleração do Crescimento) e de programas de construção de residências, como o Minha Casa Minha Vida, implantado pela Caixa Econômica Federal. Com esse grande crescimento, a necessidade de novas construções para suprir a demanda da população que está se formando cresceu bastante. Para Fraga (2006), o desenvolvimento das cidades brasileiras aumenta a demanda por novas moradias ao mesmo tempo em que surge a construção de novas indústrias, estradas e obras de infraestrutura, o que evidencia a importância do ramo da construção civil no crescimento do país e a interferência das construções no meio ambiente. É digno de nota estabelecer que a construção civil é um dos setores de intenso consumo dos recursos naturais, e também uma grande geradora de resíduos sólidos, constituindo grande ameaça ao meio ambiente.

No entanto, um problema não assimilado pela sociedade civil é a perda de material da construção civil e a destinação que tem sido dada a mesma, que em geral produz grandes danos ambientais, como por exemplo, o assoreamento dos rios e entupimento de galerias de drenagem, agravando os problemas urbanos na época das chuvas. Tais materiais usados na construção civil são oriundos de diversos recursos naturais, dos quais em sua maioria não são renováveis, ocasionando perda temporária ou até mesmo permanente. Um desses materiais

é a cerâmica vermelha, originada da argila, recurso natural abundante na natureza, não obstante finito, da qual se originam os produtos: tijolos, tubos, pisos, louças, isoladores, telhas etc., bastante utilizados para aterros e construção de estradas e barragens. Segundo Roman (1999) o uso do tijolo cerâmico em construção data de quase cinco mil anos, sendo o mais antigo material fabricado pelo homem ainda em uso. Contudo, ao invés de tornar-se antiguidade, o produto cerâmico continua sendo largamente utilizado e geralmente é o material de construção preferido pelos usuários.

O termo argila se emprega para fazer referência a um material de granulometria fina, que manifesta um comportamento plástico quando misturado com uma quantidade limitada de água. Na natureza, não são encontradas como substâncias puras, e sim como mistura de vários tipos de componentes (Barba et al., 1997).

O estudo de matérias-primas argilosas empregadas nas indústrias de cerâmica vermelha estrutural tem como meta a busca de informações que possam auxiliar no desenvolvimento de produtos e processos. O resultado poderá ser refletido através da obtenção de tijolos e telhas de melhor qualidade, seja por mudanças nas formulações das misturas, seja por melhorias no processo de fabricação, através do controle das propriedades das matérias-primas (Grun, 2005).

Conhecer uma argila e seus

constituintes é de fundamental importância para o processo de fabricação, pois a presença e a quantidade de cada um dos componentes é o que define as propriedades de cada argila. O termo massa cerâmica corresponde a uma mistura de matérias-primas preparadas para a fabricação de um produto cerâmico. As massas cerâmicas tradicionais são denominadas de acordo com características particulares, tais como cor, textura e conformação (Correia, 2004).

De acordo com Grun (2005) na fabricação de tijolos em olarias de pequeno porte, o processo de produção é simples e em geral consiste nas seguintes etapas: extração da matéria-prima; estocagem a céu aberto e/ou em local coberto (para épocas de chuva, evitando assim o excesso de umidade); desagregação; mistura de no máximo duas argilas; ajuste do teor de água se necessário; conformação por extrusão; secagem natural; e queima em fornos intermitentes, em temperatura inferior à 1000°C. Pode-se observar que a única matéria-prima empregada é a argila, sendo que esta é classificada em argila “dura” e argila “mole”. Dependendo do local, estas argilas também podem ser conhecidas como argilas “magras” e argilas “gordas” ou mesmo argilas plásticas e argilas não plásticas. Esta nomenclatura leva em conta exclusivamente a plasticidade medida empiricamente. Para as argilas, as etapas de beneficiamento que podem ser consideradas são britagem e moagem, no caso de argilas mais “duras”, que é seguida de

dosagem e mistura, onde pode ser controlado o teor de umidade, e por fim a massa obtida passa pelo desintegrador e por processo de laminação. Em seguida o processo de conformação que compreende as etapas de extrusão e corte. As peças então seguem para a etapa de tratamento térmico que envolve secagem e sinterização.

Assim, tal estudo vem averiguar e analisar o quanto é desperdiçado de tijolos em um canteiro de obras na cidade do Recife-PE, estabelecendo desta forma, o quanto de material não renovável (argila) foi perdido.

2. Material e Métodos

A metodologia que foi utilizada para a medição da perda foi aplicada em dois canteiros de obras situados na Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE. Ambos foram feitos pela mesma construtora, objeto do Estudo de Caso. Assim, a administração central e a gestão superior da empresa construtora era a mesma, no entanto as equipes de produção eram independentes. Definiu-se como equipes de produção o encarregado geral, os pedreiros e os serventes de cada obra. Também eram independentes os locais de armazenagem dos insumos, no caso o tijolo cerâmico de 8 furos, não estrutural (tijolos de fechamentos) de 9 cm x 19 cm x 19 cm.

A localização das obras ocorreu na Universidade Federal Rural de Pernambuco, campus Dois Irmãos/Recife-PE que está assim definida no contexto do planejamento

físico do campus: Obra 1 - localizada com latitude de 8° 1' sul e longitude de 34° 56' oeste; e Obra 2 - localizada com 8° 1' sul e

34° 56' oeste, conforme ilustradas na Figura 1.



Figura 1 - Imagem do Google Earth com indicação das duas obras localizadas no Campus da Universidade Federal Rural de Pernambuco (com adaptação de Romildo – Acesso em 16/07/2010).

Outro passo da metodologia foi conhecer a indústria cerâmica vermelha do estado de Pernambuco e o processo de produção. Nesta fase foram visitadas duas empresas produtoras de cerâmica (olarias) na Região de Paudalho/PE e coletadas amostras para definição em laboratório do Limite de Liquidez, Limite de Plasticidade e do Peso específico dos materiais argilas utilizados no processo de produção do Tijolo Cerâmico e também nas olarias, através de entrevistas e acesso a boletins de produção a identificação das perdas no processo da argila, tanto na jazida quanto na produção dos fornos pós-queima.

Nas obras foram adotados os seguintes procedimentos para acompanhamento diário da produção do campo das duas obras, com uma equipe de quatro estagiários de Engenharia Agrícola e Ambiental e a supervisão do Prof. Romildo Morant:

- Contagem do número total de tijolos assentados;
- Contagem do número de tijolos armazenado dentro da obra;
- Contagem do número de tijolos armazenado fora da obra;
- Quantificação das transferências efetuadas entre os tijolos da obra.

O acompanhamento dos dados foi feito diariamente na obra com a utilização de estagiários e, de posse dos mesmos, obtidos os dados em escala semanal. Para determinação da perda dos tijolos foi proposta a seguinte equação:

$$P = [E_{k-1} + I_{k-1} - T_k] - [E_k + I_k + A_k] \quad (1)$$

Na qual:

E_{k-1} = o estoque de tijolos fora da obra no final da semana anterior;

I_{k-1} = o estoque de tijolos dentro da obra no final da semana anterior;

E_k = o estoque de tijolos fora da obra no final da semana atual;

I_k = o estoque de tijolos dentro da obra da semana atual;

T_k = a transferência de tijolos da obra durante a semana, sendo positivo quando chegam tijolos e negativo quando saem tijolos;

A_k = o número de tijolos assentados durante a semana atual.

A equipe teve que ficar monitorando os estoques internos e externos para evitar que o material fosse deslocado de uma obra para outra sem o registro, situação essa que ocorria quando em uma obra o encarregado necessitava do material e a olaria ainda não tinha feito a entrega. Cabe aqui destacar o comprometimento da empresa construtora em contribuir com a pesquisa permitindo total controle sobre os documentos de transferências e aquisições.

a)



b)



Figura 2. Fotografias ilustrativas (a) do Estoque Interno – Início dos serviços e (b) Estoque Interno – Fim de um dia dos serviços

Observou-se que além da preocupação com os estoques constatou-se ainda que os desperdícios começam no transporte e na estocagem, também na forma como se deixa o estoque no fim do dia de serviço,

internamente (Figura 2). O material era “tombado” de um lado para o outro e nestes transportes e manuseios internos ocorriam muitas perdas. Observou-se isso também nos estoques externos (Figura 3), ou seja, os

trabalhadores retiravam sem uma ordem e deixavam muitos materiais desperdiçados ou

expostos a ação de quebra, aumentando ainda mais o desperdício na obra.

a)



b)



Figura 3. Fotografias ilustrativas (a): do Estoque externo – descarrego da olaria e (b) do Estoque Externo (pilhas manuseadas)

Notou-se também que o acesso entre os estoques internos e externos nas obras era bastante precário e com isso prejudicava tanto a produtividade do servente na atividade de abastecer o posto de trabalho do pedreiro, como também contribuía para o aumento do desperdício, pois, identificou-se com o estudo que muitas vezes os operários pegavam os tijolos das pilhas, ou seja, tijolos novos, para fazer caminhos e passagens no solo. Como era de se esperar esses tijolos se quebravam e não mais eram aproveitados na obra.

Identificaram-se também algumas perdas maiores que a média diária. Em todos os casos o motivo era por erro de locação das paredes, ou seja, o operário estava utilizando uma planta obsoleta, e a engenharia da obra não informava ao mestre da obra a nova versão do projeto. Assim várias paredes foram refeitas e o material proveniente da demolição

foi computado como desperdício. Em outras situações identificou-se que o pedreiro não utilizava o reaproveitamento do material em sua volta, vez que ele preferia quebrar um tijolo para aproveitar uma metade a aproveitar uma metade disposta entre os quebrados pelo transporte, demonstrando talvez uma não consciência ambiental sobre o desperdício do material ali utilizado.

Como dito anteriormente a determinação das perdas foi feita diariamente. No entanto, para facilitar as leituras, os dados foram agrupados em semanas. As leituras foram feitas no período compreendido entre 25 de maio de 2010 a 18 de outubro de 2010 para a Obra 1, conforme registros da Tabela 1; e, entre 05 de julho de 2010 a 11 de outubro de 2010 para a Obra 2, resultados da Tabela 2.

Tabela 1. Datas e resultados das coletas da Obra 1

Semana	Data i	Data f	Assentados total	M² semana	Perda (und)	Perda %	Média tij/m²
1	24/5/2010	30/5/2010	4.101,00	171,22	1.958,00	32,316%	23,951641
2	31/5/2010	6/6/2010	6.840,00	273,81	2.790,00	28,972%	24,980826
3	7/6/2010	13/6/2010	1.960,00	80,14	368,00	15,808%	24,457200
4	14/6/2010	20/6/2010	2.233,00	92,09	624,00	21,841%	24,248018
5	21/6/2010	27/6/2010	5.930,00	241,61	1.234,00	17,225%	24,543686
6	28/6/2010	4/7/2010	9.308,00	385,25	1.258,00	11,906%	24,160934
7	5/7/2010	11/7/2010	6.510,00	265,68	1.732,00	21,014%	24,503162
8	12/7/2010	18/7/2010	3.992,00	163,69	780,00	16,345%	24,387562
9	19/7/2010	25/7/2010	5.035,00	201,58	1.642,00	24,592%	24,977676
10	26/7/2010	1/8/2010	5.305,00	220,95	1.379,00	20,631%	24,009957
11	2/8/2010	8/8/2010	4.365,00	176,71	1.695,00	27,970%	24,701488
12	9/8/2010	15/8/2010	5.449,00	222,15	972,00	15,138%	24,528472
13	16/8/2010	22/8/2010	7.841,00	322,51	1.608,00	17,018%	24,312424
14	23/8/2010	29/8/2010	5.337,00	215,99	2.352,00	30,589%	24,709477
15	30/8/2010	5/9/2010	2.412,00	99,08	1.038,00	30,087%	24,343964
16	6/9/2010	12/9/2010	870,00	35,54	350,00	28,689%	24,479460
17	13/9/2010	19/9/2010	1.585,00	65,12	550,00	25,761%	24,339681
18	20/9/2010	26/9/2010	656,00	26,84	196,00	23,005%	24,441133
19	27/9/2010	3/10/2010	48,00	1,98	15,00	23,810%	24,242424
20	4/10/2010	10/10/2010	222,00	8,92	91,00	29,073%	24,887892
21	11/10/2010	17/10/2010	451,00	18,34	98,00	17,851%	24,591058
22	18/10/2010	26/10/2010	2.111,00	84,86	338,00	13,802%	24,876267
Totalização			82.561,00	3.374,06	23.068,00	21,8387%	24,46933

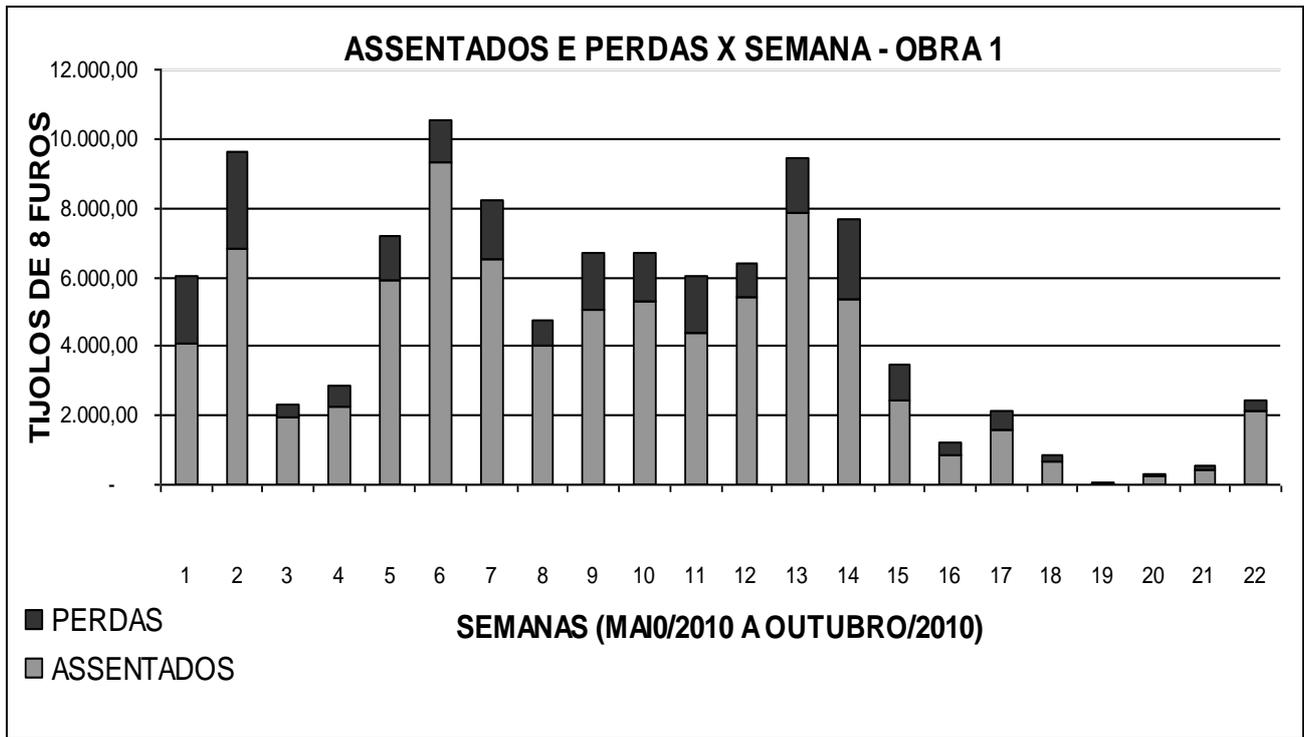


Figura 4. Evolução temporal do número de tijolos assentados e das perdas semanais

Vale ressaltar que da 3ª até a 12ª semana foram observados aumento no assentamento dos tijolos, com menos perdas, pois foi nessa época, que foi implantada dentro da obra um sistema de pagamento por produção, ou seja, os pedreiros estavam ganhando por metro quadrado construído; desta forma tendem a produzir mais, pois quanto mais assentarem mais ganharão, reutilizando todos os tijolos e as sobras reduzindo assim o desperdício da cerâmica vermelha, viabilizando o processo de construção, minimizando a perda do recurso natural, argila.

Com isso, a tendência é reduzir as perdas, preservar o recurso natural e aumentar a produtividade. Trazendo uma melhoria

significativa no desempenho ambiental da construtora, associada a valorização do capital humano, por meio de uma melhor retribuição financeira aos empregados e um melhor resultado econômico para construtora – melhoria da eficácia. Com os resultados apresentados percebe-se que existe uma relação entre a quantidade de tijolos e as perdas de tal recurso, associado à forma de pagamento dos funcionários, sem levar em consideração diretas dificuldades da movimentação interna ou os casos de projetos obsoletos, interessante é que constatamos que o pagamento na modalidade produção faz com que os pedreiros fiquem mais atentos aos projetos.

Tabela 2. Datas e resultados das coletas da Obra 2.

	Data i	Data f	Assentados Total	m² por semana	Perdas (und)	%PERDA	Média tij/m²
1 ^a	5/7/2010	11/7/2010	7.604,00	323,03	2.116,00	21,76955%	23,53961
2 ^a	12/7/2010	18/7/2010	2.897,00	120,21	593,00	16,99140%	24,09949
3 ^a	19/7/2010	25/7/2010	4.856,00	198,16	1.305,00	21,18163%	24,50545
4 ^a	26/7/2010	1/8/2010	9.338,00	378,81	2.065,00	18,10927%	24,65088
5 ^a	2/8/2010	8/8/2010	3.660,00	149,21	765,00	17,28814%	24,52919
6 ^a	9/8/2010	15/8/2010	3.842,00	156,77	903,00	19,03056%	24,50724
7 ^a	16/8/2010	22/8/2010	4.452,00	184,43	802,00	15,26456%	24,13924
8 ^a	23/8/2010	29/8/2010	4.869,00	201,40	717,00	12,83566%	24,17577
9 ^a	30/8/2010	5/9/2010	2.228,00	91,11	656,00	22,74619%	24,45396
10 ^a	6/9/2010	12/9/2010	205,00	8,37	43,00	17,33871%	24,49223
11 ^a	13/9/2010	19/9/2010	639,00	25,81	175,00	21,49877%	24,75785
12 ^a	20/9/2010	26/9/2010	1.010,00	41,85	254,00	20,09494%	24,13381
13 ^a	27/9/2010	3/10/2010	1.347,00	54,57	294,00	17,91590%	24,68389
14 ^a	4/10/2010	10/10/2010	1.404,00	58,56	332,00	19,12442%	23,97541
15 ^a	11/10/2010	17/10/2010	3.665,00	147,53	602,00	14,10827%	24,84240
Totalização			52.016,00	2.139,82	11.622,00	18,26267%	24,308587

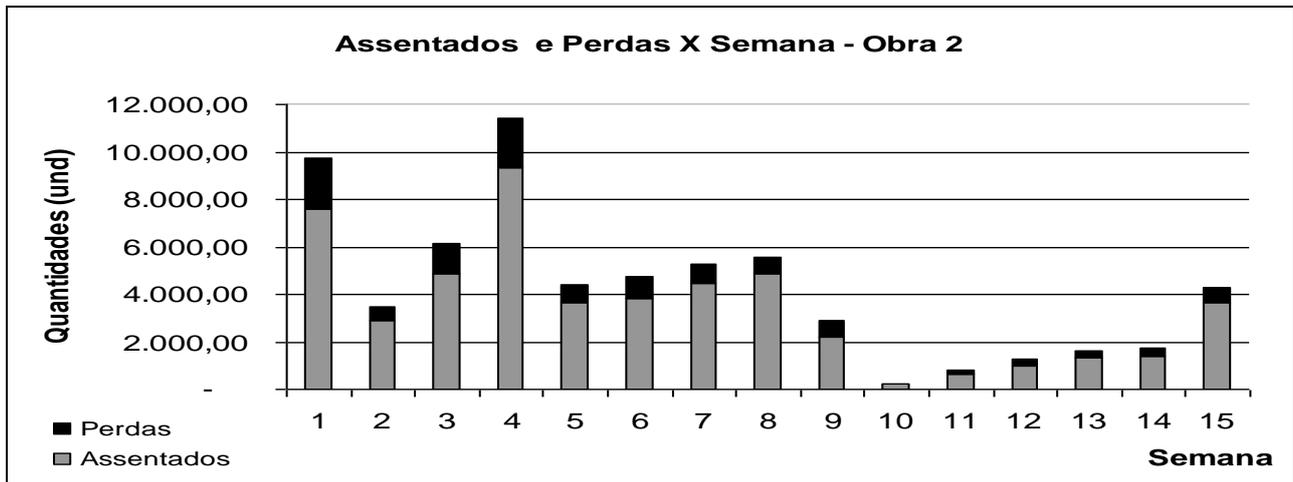


Figura 5. Evolução temporal do número de tijolos assentados e das perdas semanais

Ao comparar-se as quantidades desperdiçadas nas obras (Tabelas 1 e 2) foi observado que a equipe da Obra 2 é mais eficaz que a equipe da Obra 1. Isso foi constatado no campo, pois evidenciou-se que o encarregado da Obra 2 tinha um maior zelo com a limpeza diária dos postos de trabalho e mandava os serventes manter sempre as pilhas arrumadas. Para fins de comparação e identificação de indicadores para a obra adotou-se dois indicadores referentes a *Perda de Material* e a *Eficiência da Empresa*. Para isso utilizou-se uma média ponderada das perdas em função da área das paredes. Assim, os indicadores das perdas e da eficiência ficaram assim definidos:

Perda para Obra % = total de tijolos assentados / (total de tijolos assentados + total de tijolos desperdiçados)

Eficiência da obra % = total de tijolos desperdiçados / (total de tijolos assentados - necessários)

Perda ponderada % = [(perda obra 1 x m² paredes obra 1) + (perda obra 2 x m² paredes obra 2)] / (soma m² obra 1 e 2)

Eficiência Ponderada = [(eficiência obra 1 x m² paredes obra 1) + (eficiência obra 2 x m² paredes obra 2)] / (soma m² obra 1 e obra 2)

	OBRA 1	OBRA 2
Perda	21,83%	18,26%
Eficiência	27,94%	22,34%
Perda ponderada	20,45%	
Eficiência Ponderada	25,76%	

Tabela 3. Coeficiente de perdas e eficiência do estudo de caso na ICC/SE

Paralelo às atividades de acompanhar a obra, fez-se pesquisas em duas cerâmicas da região de Paudalho/PE, segundo o SENAI/PE e os indicadores do Sindicato das Indústrias Cerâmicas do Estado de Pernambuco. A região de Paudalho/PE é responsável por 70% da produção de tijolos de 8 furos para o estado de Pernambuco que produz 100 milhões de tijolos mês. As duas Cerâmicas estudadas juntas produzem 4 milhões de tijolos mês. Uma delas está participando do programa de certificação integrada Qualidade,

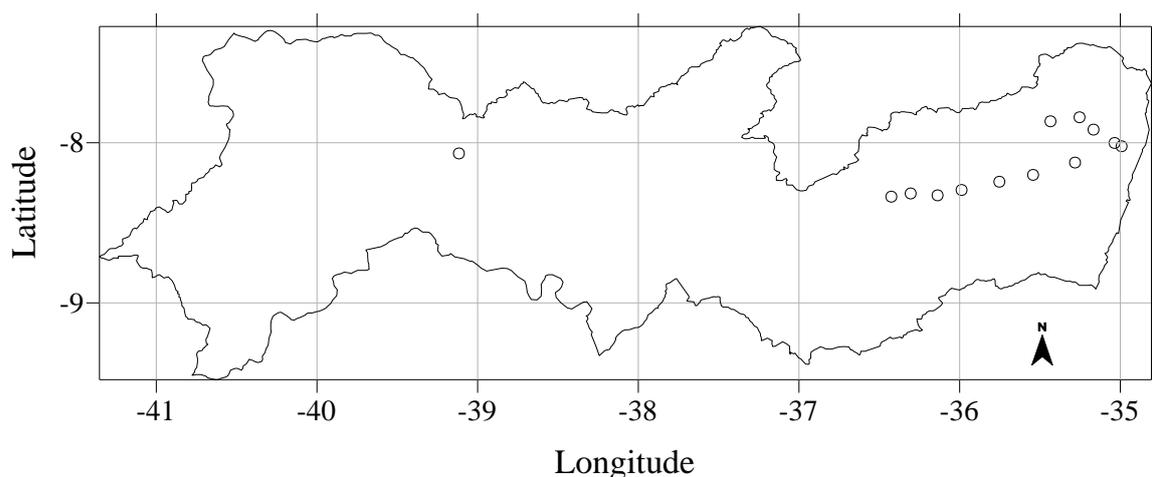


Figura 5. Localização dos polos ceramistas no estado de Pernambuco.

As etapas do processo de fabricação da cerâmica vermelha vão desde a retirada do material da jazida passando pelo beneficiamento, conformação e tratamento térmico. A sequência de fotos (Figura 6) mostra todo o processo nas cerâmicas estudadas.

O beneficiamento compreende as fases de moagem, dosagem e alimentação, controle de umidade, desintegração e laminação. A moagem ou britagem é um método que tem por objetivo diminuir o tamanho das partículas, ou seja, transformá-las em pó. A etapa de dosagem consiste em abastecer o processo produtivo com as matérias primas, respeitando as devidas proporções, basicamente é feita por volume de material ou por peso (com maior precisão). As matérias-primas naturais geralmente são dosadas em volumes, que são as “conchas” da pá-carregadeira. Este método exige que as matérias-primas individuais estejam armazenadas em lotes separados.

Em seguida, as matérias-primas são misturadas e o teor de água é verificado, passam então por um desintegrador que desmancha os torrões maiores (até 30 cm) que porventura possam estar presentes nas argilas. Em alguns casos para se obter um melhor resultado são necessárias várias repetições. Na etapa de mistura é utilizado um misturador que apresenta facas intercaladas girando em sentidos opostos que diminuem ainda mais o tamanho dos torrões. Se necessário pode ser adicionada água à mistura. Os laminadores são usados para desagregar os torrões e homogeneizar a massa.

A conformação compreende as fases de extrusão e corte. A extrusão é um método de conformação amplamente empregado, onde uma massa plástica rígida (teor de umidade entre 18 e 24%) é “empurrada” através de uma boquilha, para formar uma barra de seção constante. É utilizada para se produzir perfis complexos como tijolos e capas para lajes. A máquina utilizada é uma

extrusora de vácuo também conhecida como “maromba”. A extrusora possui um caracol de forma helicoidal, que vai empurrando a

massa, que é cortada em tamanhos pré-determinados (Grun, 2005).

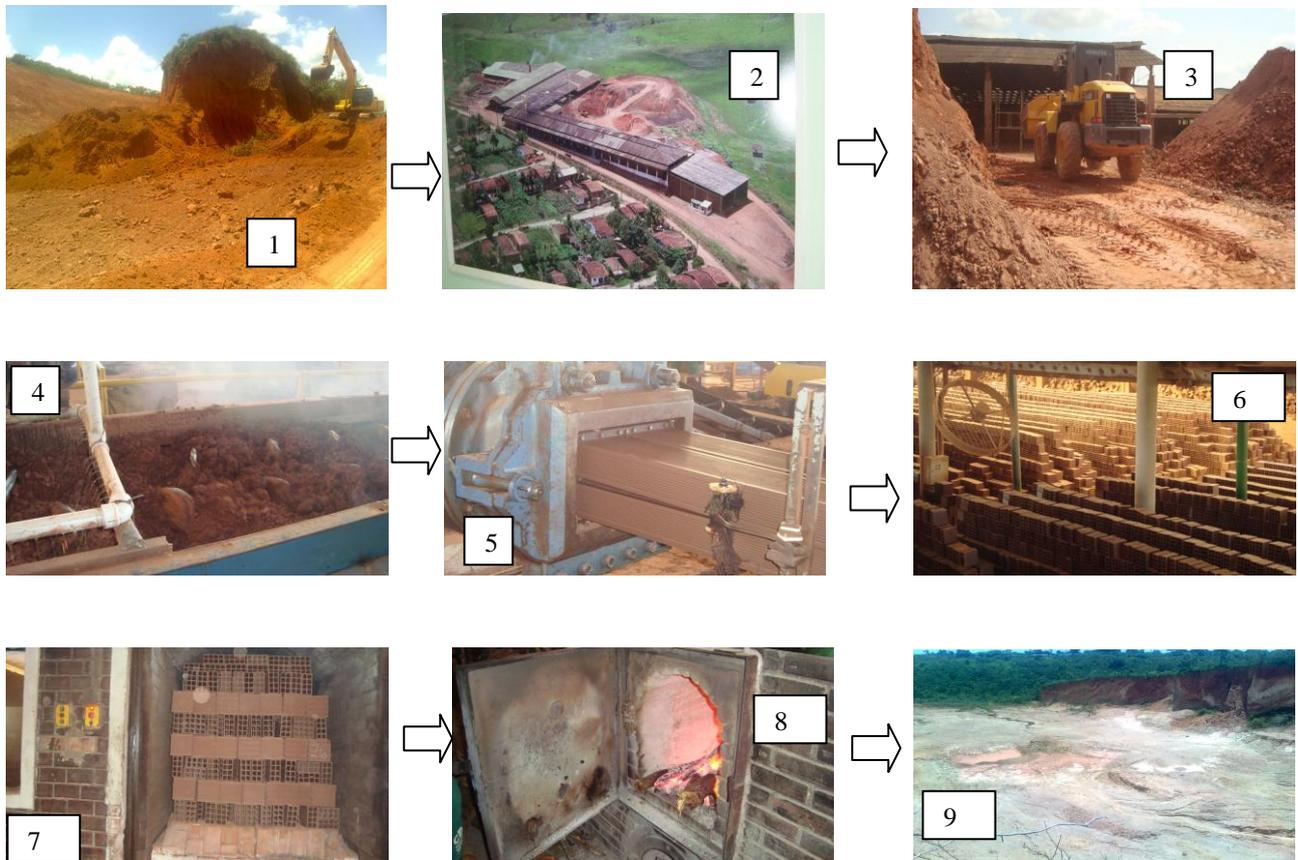


Figura 6. Conjunto de fotografias ilustrando o processo de produção da cerâmica

O tratamento térmico é a etapa onde as peças são submetidas ao efeito do aumento de temperatura. Fazem parte desta etapa a secagem e a sinterização. O objetivo da secagem é o de eliminar a água, utilizada na etapa de conformação, necessária para a obtenção de uma massa plástica (Vieira, 2003). Devido à complexidade de formas das peças, a etapa de conformação utiliza uma quantidade de água relativamente alta, entre 16 e 26% dependendo das matérias-primas utilizadas (Más, 2002). A secagem pode ser feita em galpão ou estufa, sendo a secagem em galpão mais utilizada pelas olarias. As

perdas durante o processo de secagem giram em torno de 5 %. Após a secagem, o produto deve ter resistência suficiente para possibilitar a manipulação que o acabamento e o transporte até a queima do corpo cerâmico exige (Soares, 2004). Por fim tem-se o processo de densificação, através da sinterização, onde os produtos adquirem suas propriedades finais. A sinterização é uma das fases mais importantes do processo cerâmico, pois é nela que o material adquire as propriedades adequadas a seu uso. As peças são submetidas a um tratamento térmico a temperaturas elevadas, que para a maioria dos

produtos cerâmicos situa-se entre 800 °C a 1000 °C.

Embora o controle durante esta etapa seja fundamental para reduzir as perdas e obter um produto final de qualidade, poucas empresas o realizam, acarretando perdas da ordem de 3% na produção, ou seja, a relação entre o que entra no forno para queimar e o produto final que sai próprio para o embarque para o cliente. Este número foi obtido nas planilhas de custos das empresas estudadas e confirmadas pelos técnicos do SENAI que estão prestando a consultoria no PSQ da Cerâmica Vermelha no estado de Pernambuco. Também ficou evidenciado a perda que ocorre na jazida de extração do minério, que chega a 4% de desperdício que é a relação entre o volume que se extrai da jazida e o volume de material processado na maromba. Estas perdas são mais evidentes no transporte da jazida a olaria e também quando são carregadas pelas chuvas na caixa de mistura a céu aberto das olarias.

É digna de nota, que além da importância histórica para a humanidade, é indiscutível a importância socioeconômica do setor ceramista, que só tende a crescer. As indústrias do setor cerâmico estão operando na capacidade máxima e contratando mais funcionários, por ser uma atividade contínua, pois o forno não pode parar, já trabalhava 24 horas, hoje com as demandas dos pedidos nas duas cerâmicas estudadas não existe produto acabado no pátio, já sai do forno direto para os caminhões. Entretanto, faz-se necessário

aliar o desenvolvimento do setor com a conservação do meio ambiente, garantindo a sustentabilidade desta atividade, em âmbito local, estadual e nacional. O setor ceramista engloba diversos produtos e processos produtivos, dos quais todos eles são consumidores de recursos naturais (renováveis e não renováveis) e energia, bem como produzem grande quantidade de resíduos. Vários impactos ambientais são gerados na cadeia produtiva dos produtos cerâmicos, cujos impactos ocorrem desde a extração das matérias-primas, nas jazidas de argila, no transporte deste material até as olarias, passando pelos processos industriais sinterização, comercialização, consumo até a disposição final destes produtos.

Alguns dos impactos associados à degradação ambiental causada pela indústria cerâmica são: formação de áreas degradadas, desmatamento, assoreamento, erosão das margens dos rios, poluição atmosférica, dentre outros aspectos. Na área de extração da matéria prima analisada (município de Paudalho/PE), observou-se tais impactos (Foto-9). Com a remoção da argila, feita por retroescavadeiras, o solo fica danificado com “cavas” por toda área da jazida. Tal fato acelera o processo de erosão e assoreamento dos rios próximos da região, uma vez que a terra é arrastada para o fundo dos rios, a qual reduz a sua profundidade; outro impacto observado é o desmatamento constante da mata nativa das áreas próximas das olarias (conforme se constatou nos locais é feito na

calada da noite), cuja lenha é utilizada nos fornos para a queima da argila; e por fim a poluição atmosférica que com a queima da lenha nos fornos das olarias emitem fuligem para a atmosfera, que causam sérias doenças respiratórias e a poluição do ar local e fronteiro da região estudada. É de conhecimento público que esses gases também irão contribuir para o agravamento do efeito estufa, tal efeito é um fenômeno que ocorre naturalmente no planeta Terra. Entretanto, quando existem poluentes na atmosfera em excesso, esse fenômeno é intensificado. Como consequência, ocorre elevação da temperatura no planeta e variação de demais variáveis climáticas, o que se configura como um gravíssimo problema a humanidade, pois pode causar mudanças no clima do planeta.

3. Resultados e Discussão

Destaque-se inicialmente o que está previsto na Constituição de 1988 no seu Capítulo VI (DO MEIO AMBIENTE), Art. 225: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”. Em particular, o § 2º, “Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei”, e o § 3º “As

condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados”.

Desta forma, compreender a problemática da extração de um recurso natural não renovável para uma prática de beneficiamento e produção de um bem, deve ser uma preocupação da sociedade em geral que detém tal Recurso Natural. Afinal, todos, pessoa física, empresas, associações, Estados e órgãos fiscalizadores, têm o dever de exigir e fazer cumprir a legislação em vigor, estabelecendo os direitos e deveres de todas as práticas existentes, pois em relação a argila, sua utilização e gestão deve ser adequada a sua disposição e sua situação de recurso não renovável, ou seja, finito. Assim, se faz necessário um arcabouço de integração entre as empresas, sociedade, melhoria de vida da população local das áreas afetadas pela extração da matéria prima, e por fim, recuperação e preservação do meio ambiente.

Evidenciou-se na pesquisa que o desperdício está associado à cultura dos funcionários das obras. Não é prática aproveitar partes dos tijolos que foram quebrados e muito menos exigir índices menores de eficiência, ou seja, gastar somente o que é necessário. Entende-se que isto está associado ao modo de gestão da empresa construtora e dos seus gestores nas obras. Pelo que se constatou nos seis meses de observação o baixo valor do tijolo

(atualmente custa R\$0,32 a unidade), não torna atrativo ao empresário investir em controle e no Plano de Gerenciamento de Recursos Naturais não renováveis.

Evidenciou-se também na pesquisa que esta cultura de não desperdiçar, no entanto, não quer dizer que os funcionários não saibam o valor de um tijolo. Eles têm a consciência do valor, pois quando perguntados sobre quanto custava um tijolo eles sempre acertavam dentro de uma margem de no máximo 10%. Também foi interessante notar que no início das atividades as contagens eram feitas somente quando os operários já tinham terminado o expediente daquele dia. Com o passar do tempo a curiosidade foi aguçando e os operários queriam dar uma justificativa, geralmente uma desculpa pelo desperdício, nunca uma justificativa real. Ao observar a Tabela 5 na próxima página que, percentualmente o valor do desperdício é elevado para qualquer

número aceitável de perda em processos produtivos, quando comparados individualmente.

O resultado da pesquisa demonstrou que o valor total de tijolos cerâmicos de 8 furos desperdiçado na obra foi 34.690 tijolos, que totalizam um valor de R\$11.100,80 (onze mil, cem reais e oitenta centavos), considerando que as Obras 1 e 2 estão orçadas em R\$16.000.000,00 (dezesesseis milhões de reais) arredondados, ou seja, equivale a 0,07% do valor da obra. Visto deste ponto, ou seja, o ponto de vista de alguns empresários da ICC/SE o valor é irrisório, quando se coloca em um diagrama de Pareto (curva A,B,C); no entanto, se estar falando em desperdício de recursos naturais não renováveis e sabe-se que a agregado a este desperdício existe uma teia de consequência quer financeira quer social envolvida, que neste artigo não se deteve, mas sabe-se que é apenas a “ponta do iceberg”.

RESULTADO DA PESQUISA EM PERNAMBUCO (BRASIL)				
Perda na Jazida (sem ceramização)	4%	Escavação, transporte e estocagem (Fonte: Cerâmica Bom Jesus- Paudalho/PE)		
Perda na Produção	3%	Tijolo Cozido/Tijolo Vendido (Fonte: Cerâmica Bom Jesus - Paudalho/PE)		
Perda na OBRA 1	21,839 %	Área de paredes	3.374,06	m ²
Perda na OBRA 2	18,263 %	Área de paredes	2.139,82	m ²
Perda adotada ponderada	20,4509 %	Área total paredes	5.513,88	m²

Tabela 4. Resultado da Pesquisa (totalização m² de paredes e as perdas na ICC/SE e na ICV/Tijolos de 8 furos

RESULTADO DA PESQUISA - ESTUDO DE CASO			
Tijolos de 8F utilizados OBRA 1/und	82.561	Perda de Tijolos OBRA 1/Und.	23.068
Tijolos de 8F utilizados OBRA 2/und	52.016	Perda de Tijolos OBRA 2/Und.	11.622
Total de tijolos de 8F utilizados	134.577	Perda de Tijolos 8F	34.690
Total de Tijolos Consumidos			169.267
Consumo Material - Kg	457.021	Volume de Argila retirada da jazida de Cerâmica (m ³)	215
		Volume de Argila na Produção de Cerâmica (m ³)	206
		Perda de Argila na Jazida da ICV (m ³)	8,60
		Perda de Argila na Produção da ICV (m ³)	6,18
		Perda equivalente de Argila nas Obras EC - 1 e 2 (m ³)	40,95
Total de Argila desperdiçada no processo: ICV + ICC (m³)			55,73

Tabela 5. Resultado coletado de perdas nas Obras 1 e 2

Adotamos os dados de perdas apropriados no estudo e fizemos uma projeção das perdas para a produção de Tijolos de 8 furos da Indústria da Cerâmica Vermelha no estado de Pernambuco, conforme Tabela 6 da próxima página, encontramos valores bastante expressivos por mês. Sabemos que a produção das duas olarias (Indústrias cerâmicas) estudadas são de 4 milhões de unidade de tijolos de 8 furos por mês e que segundo o PSQ/SENAI da Indústria da Cerâmica Vermelha no Estado de Pernambuco a produção formal é de 100.000.000 (cem milhões) de unidades de tijolos de 8 furos (9cmx19cmx19cm) utilizado para fechamento de vão e construção de casas populares padrão da Caixa Econômica Federal.

Fez-se uma pesquisa a biblioteca da Caixa Econômica Federal e está disponível para qualquer mutuário que pretenda construir o modelo padrão desenvolvido pela Caixa Econômica Federal (GIDUR/VT ano 2006) de uma casa com dois quartos, sala, cozinha e banheiro e área de construção de 36,84m², consome o total de 2.370 tijolos de oito furos. Assim, fez-se um comparativo com a perda ocorrida nas duas obras estudadas (vide tabela 5 acima) que totalizam 34.690 tijolos daria para fornecer tijolos para 14 (catorze) casas. Visto deste ponto já se tem uma ideia de que é possível a implantação de uma política pública de redução de desperdício e com medidas mitigadoras que beneficiem as populações de baixa renda que não têm imóveis para morar.

Esta mesma projeção se aplicada para a produção estadual de 100 milhões de tijolos, encontramos um desperdício de tijolos de mais de 23 milhões de tijolos, vide Tabela 6 na próxima página. Fazendo a mesma comparação este valor mensal de desperdício de tijolos da ICC/SE de 20,45% determinado neste estudo, representa o fornecimento de tijolos cerâmicos de 8 furos (9cm x 19cm x 19 cm) para mais de 9.000 (nove mil) casas populares com dois quartos e 36,84 m² de área

construída. Notamos também que com essa projeção do estado de Pernambuco são extraídas das jazidas das regiões mais de 126.000 m³ (cento e vinte e seis mil metros cúbico) de recursos naturais não renováveis por mês e destes mais de 27.000 m³ (vinte e sete mil metros cúbicos) são desperdiçados mensalmente, ou seja, daria para fornecer 129 (cento e vinte nove) vezes o valor necessário de argila para os dois estudos de casos em apenas um mês.

PROJEÇÃO DO RESULTADO DA PESQUISA - PARA O CENÁRIO DO ESTADO DE PERNAMBUCO (BRASIL)				
Produção Estadual de Tijolos 8F (mês)	100.000.000	Fonte: SENAI/PE - PSQ da ICV/PE		
Consumo Material (kg/mês)	270.000.000			
Volume de Argila na Jazida (m ³ /mês)	126.945	Volume movimentado na jazida		
Volume de Argila na Cerâmica (m ³ /mês)	121.710	Volume movimentado na ICV		
Volume de Argila na Construção (m ³ /mês)	118.059	Volume utilizado na produção mensal		
PERDA de Argila na Jazida da ICV (m ³ /mês)	5.235	Perda parcial do Rec.Natural (argila)		
PERDA de Argila na Produção da ICV (m ³ /mês)	3.651	Perda da Argila (m³/mês)	27.795	
Perda equivalente de Argila na ICC/SE-PE (m ³ /mês)	24.144			
Perda equivalente de Tijolos 8F na ICV-PE (und/mês)	3.092.784	Perda de Tijolos (und/mês)	23.543.702	
Perda equivalente de Tijolos de 8f na ICC/SE-PE (und/mês)	20.450.919			
Uma casa popular de 36,84 m ² consome em média (tijolos)	2.370	ou seja, a perda mensal de tijolos de 8F dava para fornecer o equivalente: (casas).		9.935
Valor do Tijolo 8F em PE	R\$ 0,32	unid	Perda	R\$ 7.533.984,65
Valor da Argila na Cerâmica 1:3	R\$ 16,67	m ³	Perda	R\$ 148.102,18

Tabela 6. Projeção dos resultados para o Estado de Pernambuco

4. Conclusões

Compreender a problemática da extração de um recurso natural não renovável para uma prática de beneficiamento e produção de um bem, deve ser uma preocupação da sociedade e daqueles que a representam, pois a abundância dos recursos hoje, não quer dizer que sempre esteve disponível, pois no passado as reservas eram bem maiores. O fato de algumas jazidas de argila terem uma reserva muito grande não autoriza a sociedade permitir o desperdício desse importante Recurso Natural, afinal, recurso é um meio para se atingir algo, e no caso da Argila ele é não renovável, ou seja, é finito. O recurso natural não renovável, argila, componente principal para a produção do tijolo/bloco cerâmico (cerâmica vermelha) amplamente utilizado na indústria da construção civil, para execução de paredes divisórias e de fechamento de ambientes. Neste estudo observou-se uma relação direta entre tijolos assentados e suas perdas, impactando na preservação de tal recurso.

Entendemos que a sociedade presente deve ser compensada pela a extração dilapidadora (com grandes perdas) das empresas, deve se ter políticas públicas para compensar os danos ambientais causados pelo uso em excesso de um recurso natural não renovável. Neste ponto não existe nada a exemplo de outorgas para uso e descarte destes resíduos. Observamos que o descarte dos resíduos sólidos da construção e da demolição, que no caso são as perdas de

tijolos, são muitas vezes usados como metralha para tapar buracos nas ruas, ou simplesmente descartados em encostas que aumentam o problema de assoreamento dos rios e canais, bem como catástrofes urbanas quando vem o período das chuvas, pois as galerias entupidas com resto de tijolos e areia, tem suas seções reduzidas e assim provocam transbordamentos e retornos de efluentes.

É digno de nota que a preservação dos recursos naturais não renováveis deve contemplar uma série de ações integradas de gestão no canteiro de obras, desde a forma de remuneração do empregado; motivação do empregado e um melhor arranjo físico dos estoques, no qual proporcionará um ganho mútuo para os empregados, empresa e a sociedade, garantindo o uso racional da cerâmica vermelha, associada a sustentabilidade do recurso natural não renovável - argila.

5. Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA. Informações técnicas: materiais primas naturais. 2010. Disponível em: http://www.abceram.org.br/asp/abc_53.asp.

Acessado no dia 31 de julho de 2010.

Barba, A., et al. (1997). *Matérias Primas para la Fabricación de Soportes de Baldosas Cerámicas*, Castellón : Instituto de Tecnología Cerámica – AICE.

BRASIL, (1988). *Constituição Federal*.

- Correia, S.L. (2004). Desenvolvimento de Metodologia de Formulação de Massas Cerâmicas Triaxiais Utilizando Delineamento de Misturas e Otimização. 2004. 140f. Tese (Doutorado em Ciências e Engenharia de Materiais) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Grun, E. (2004). Caracterização de argilas provenientes de Canelinha/SC e estudo de formulações de massas cerâmicas. 2007. 60f. Tese (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Grun, E. et al. (2005). Definição de Parâmetros para a Formulação de Misturas de Argilas Vermelhas, in: 49o CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, São Pedro, SP.
- Más, E. (2002). Qualidade e Tecnologia em Cerâmica Vermelha, Editora Pólo Produções Ltda, São Paulo.
- Melchades, F. G.; Quinteiro, E.; Boschi, A. O. (1996). A Curva de Gresificação: Parte I, Cerâmica Industrial, Agosto/Dezembro.
- Roman, H. R.; Mohamad, G.; Alarcon, O. (1999). Alvenaria Estrutural em Cerâmica, Cerâmica Informação, v. 2-3, p. 73-80.
- Soares, J. M. D. et al. (Maio/Junho, 2004). Panorama Sócio-Econômico das Indústrias de Cerâmica Vermelha da Região Central do Estado do Rio Grande do Sul, Cerâmica Industrial.
- Van Vlack, L. H. (1973). Propriedades dos Materiais Cerâmicos, Editora Edgard Blucher, São Paulo, p.318.
- Vieira, C. M. F.; Feitosa, H. S.; Monteiro, S.N. Janeiro/Fevereiro, (2003). Avaliação da Secagem de Cerâmica Vermelha através da Curva de Bigot, Cerâmica Industrial.