



“TEN YEARS WORKING TOGETHER FOR A SUSTAINABLE FUTURE”

Diagnóstico de desperdícios de uma cerâmica vermelha rumo à produção mais limpa

SILVA, R. G. ^{a*}, SILVA, V. P. ^b

a. Professor de gestão ambiental do Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS), campus Viamão

b. Professor do Programa de Pós-Graduação em Uso Sustentável de Recursos Naturais (PPgUSRN) do Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN), campus Natal Central

**robsontecnologo@yahoo.com.br*

Resumo

Poucos diagnósticos e estudos têm sido produzidos sobre a situação de desperdícios e geração de resíduos no âmbito do processo de produção da indústria de cerâmica vermelha, ou estrutural. Pouco se sabe ou se conhece qualitativa e quantitativamente os desperdícios e resíduos que têm sido gerados. Portanto, este estudo busca diagnosticar preliminarmente a situação de desperdícios junto a empresa Villar Produtos Cerâmicos de Tangará-RN, com fins de proposição de produção mais limpa (P+L). O método de pesquisa adotado consistiu em pesquisas bibliográfica e documental, além do estudo de caso da empresa citada, incluindo visitas técnicas, observações e análises de entradas e saídas dos processos produtivos, seguindo etapas da metodologia da P+L do Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL). Os resultados mostraram que os maiores desperdícios de insumos se concentraram nos processos de extrusão, corte, secagem e queima. Os três primeiros somaram um desperdício de água de 39,88%. Os dois últimos juntos desperdiçaram 76,23% de energia elétrica. E, somente, a queima foi responsável por 30,15% do desperdício de argila. Conclui-se que se torna imperativo, para a indústria de cerâmica vermelha investigada, apropriar-se de técnicas de P+L para reduzir desperdícios na produção.

Palavras-chave: produção mais limpa, sustentabilidade, cerâmica vermelha, diagnóstico, desperdícios.

1. Introdução

O segmento industrial da cerâmica vermelha tem uma estrutura empresarial diversificada, na qual tem predominado empresas familiares de pequeno e médio portes em detrimento de grandes organizações, que, no geral, apresentam deficiências de mecanização, de gestão e de inovações tecnológicas (BRASIL, 2015). Como decorrência disso, as empresas ceramistas têm apresentado problemas quanto a geração de desperdícios e de resíduos sólidos no transcorrer do processo produtivo, controlando, na maioria das vezes, as poluições somente no final do processo. Os desperdícios, são elementos de uma dada produção que só aumentam os custos sem agregação de valor ao produto (OHNO, 1997). Dentre esses, destaca-se, nesta pesquisa, os desperdícios por produtos defeituosos, como a ocorrência de blocos crus (produto inacabado) e blocos cozidos (produtos acabados) que não têm atendidos as especificações de qualidade do setor. Mesmo diante de um cenário adverso ambientalmente, são incipientes os diagnósticos e estudos científicos que tratam da situação de desperdícios no âmbito do processo de produção da indústria de cerâmica vermelha. Quase não se sabe ou se conhece a situação qualitativa e quantitativa dos desperdícios, nem tampouco sobre que resíduos têm sido gerados.

“TEN YEARS WORKING TOGETHER FOR A SUSTAINABLE FUTURE”

São Paulo – Brazil – May 24th to 26th - 2017

O processo de produção da cerâmica vermelha geralmente se inicia com a extração da argila (matéria-prima), seguida pela estocagem, alimentação, desintegração, homogeneização ou mistura da argila, laminação, extrusão, corte (para blocos de vedação e lajotas), prensagem (para telhas), secagem, queima e estocagem de produtos para expedição ou venda (SILVA et al., 2014). Tal processo tem utilizado como principais insumos, além da argila, água, lenha, energia térmica e energia elétrica (OLIVEIRA, 2011), dentre outros, que podem estar provocando impactos negativos sobre o meio ambiente.

Exemplo disso, pode ser evidenciado pelo estudo de caso desenvolvido junto a empresa Villar Produtos Cerâmicos, situada no município de Tangará no estado do Rio Grande do Norte que, embora tenha elevado a produtividade industrial de cerâmicos, adotando inovações tecnológicas, vem mantendo desperdícios e gerando resíduos, sobretudo, nos processos extrusão, corte, secagem e queima. *A priori*, tem-se um processo produtivo no qual se ressenete da presença de técnicas que evitem e minimizem os impactos ambientais, e propicie eficiência produtiva, ganhos socioeconômicos e melhor ambiente de trabalho. Essas técnicas podem ser viabilizadas por meio da implementação de etapas da Produção mais Limpa (P+L), entendida como sendo a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva e integrada, aplicada a processos, produtos e serviços, visando aumentar eficiência e reduzir os riscos aos seres humanos e ao meio ambiente (UNEP, 2004; UNEP, 2016).

Portanto, este estudo objetiva diagnosticar preliminarmente a situação de desperdícios junto a empresa Villar Produtos Cerâmicos de Tangará-RN, visando a proposição de técnicas de produção mais limpa rumo a sustentabilidade desse segmento industrial. Estruturalmente, o artigo está organizado, além desta introdutória, pelas seguintes seções: *Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões e Referências*.

2. Métodos

Esta seção apresentará uma descrição do objeto de estudo – a empresa Villar Produtos Cerâmicos de Tangará-RN – e, em seguida, as etapas da pesquisa utilizadas para consecução deste trabalho.

2.1. Descrição do objeto de estudo

A empresa Villar Produtos Cerâmicos, atuante no mercado há 13 anos, está localizada no município de Tangará-RN, região Agreste do RN, distante cerca de 95km de Natal, capital do estado. Ela possui uma área com cerca de 4 hectares, sendo 4000 m² de área construída, tem um total de 36 funcionários, sendo 3 na administração e o restante (33) na produção. A jornada de trabalho é de 44 horas semanais, sendo, de segunda à sexta, jornadas de 8 horas por dia (das 7 horas às 17 horas) e, aos sábados, de 4 horas por dia (das 7 horas às 11 horas), totalizando 220 horas mensais.

Os principais insumos consumidos no processo produtivo da cerâmica têm sido argila (matéria-prima), água, energia elétrica e pó de serragem. São 4 tipos de argilas utilizados no processo produtivo, sendo 2 argilas tipo Massapê (de média plasticidade) 1 argila Magra (baixa plasticidade) e 1 argila Gorda (alta plasticidade). Essas argilas são misturadas com água para preparação do material argiloso que entrará na produção na seguinte proporção: 2:1:1:1, ou seja, duas partes de uma argila Massapê, uma parte da outra Massapê, uma parte de argila Magra e uma de argila Gorda. A água usada é extraída de poço tubular e armazenada em 4 reservatórios: 2 suspensos de 5.000 litros cada um e 2 submersos de 10.000 litros cada um. A energia elétrica usada para as máquinas é fornecida pela Companhia Energética do Rio Grande do Norte (COSERN). O combustível usado no processo de queima é o pó de serragem procedente de várias serrarias da região. As etapas da pesquisa para quantificar esses insumos serão elucidadas nas seções seguintes.

2.2. Etapas da pesquisa

Esta pesquisa pode ser classificada como exploratória, pois buscou levantar dados para a elaboração do diagnóstico ambiental da empresa objeto de estudo. Basicamente, o estudo foi realizado por meio de: (i) pesquisa bibliográfica, uma vez que foram levantados e analisados conteúdos de livros, artigos científicos em periódicos e anais de congressos para dar suporte teórico ao presente artigo; (ii) pesquisa documental, por meio da consulta de manuais sobre P+L do CNTL (SENAI-RS, 2003) e da

UNEP (2004); (iii) e estudo de caso (YIN, 2005) junto a empresa Villar Produtos Cerâmicos, por meio de visitas técnicas efetivadas nos meses de junho e agosto de 2016.

O estudo empírico da empresa permitiu que se tivesse um conhecimento amplo e detalhado da situação de desperdício, bem como das fases iniciais do processo de produção de cerâmicos. A coleta de dados foi orientada pelo manual de implementação de programas de P+L do CNTL (SENAI-RS, 2003), detendo-se basicamente a segunda etapa do manual, especificamente os seguintes passos: (i) fluxograma do processo, elaborado por meio de um diagrama de blocos cuja as entradas e saídas foram descritas quali-quantitativamente e conectadas aos blocos por linhas de fluxos, com o objetivo de visualizar as entradas e saídas da produção; (ii) diagnóstico ambiental e de processo, cujo o objetivo foi: quantificar os consumos de argila, de água, de energia elétrica e de pó de serragem em cada processo, entendidos como entradas; e quantificar a geração de resíduos sólidos (material argiloso úmido, rebarbas e blocos crus úmidos defeituosos, blocos crus úmidos defeituosos, blocos crus secos defeituosos e produtos defeituosos), desperdícios de água, energia elétrica e de pó de serragem, blocos crus úmidos em conformidade, blocos crus secos em conformidade e produtos em conformidades, entendidos como saídas, ao longo do processo produtivo. A coleta de dados nesta etapa foi por meio da observação sistemática (GIL, 2008) durante um ciclo de produção, isto é, ao longo de 7 dias, abrangendo os processos da seguinte forma: alimentação, desintegração, inspeção, laminação, extrusão, corte e agrupamento (1 dia); secagem, inspeção (3 dias), enformamento, queima, inspeção e desenformamento (3 dias).

Os dados coletados foram registrados por meio de fotografias e notas. As notas foram armazenadas em planilhas eletrônicas. Os cálculos para quantificação de entradas e saídas foram realizados por meio de uma série de equações em planilha eletrônica do *software Microsoft Excel 2013*, as quais serão descritas e apresentadas nos *Resultados e Discussão*.

3. Resultados e discussão

Com base no estudo empírico realizado no processo produtivo da Villar Produtos Cerâmicos de Tangará-RN, e por meio da observação sistemática realizada na empresa, foi verificado o seguinte fluxograma do processo de entradas e saídas (Fig.1).

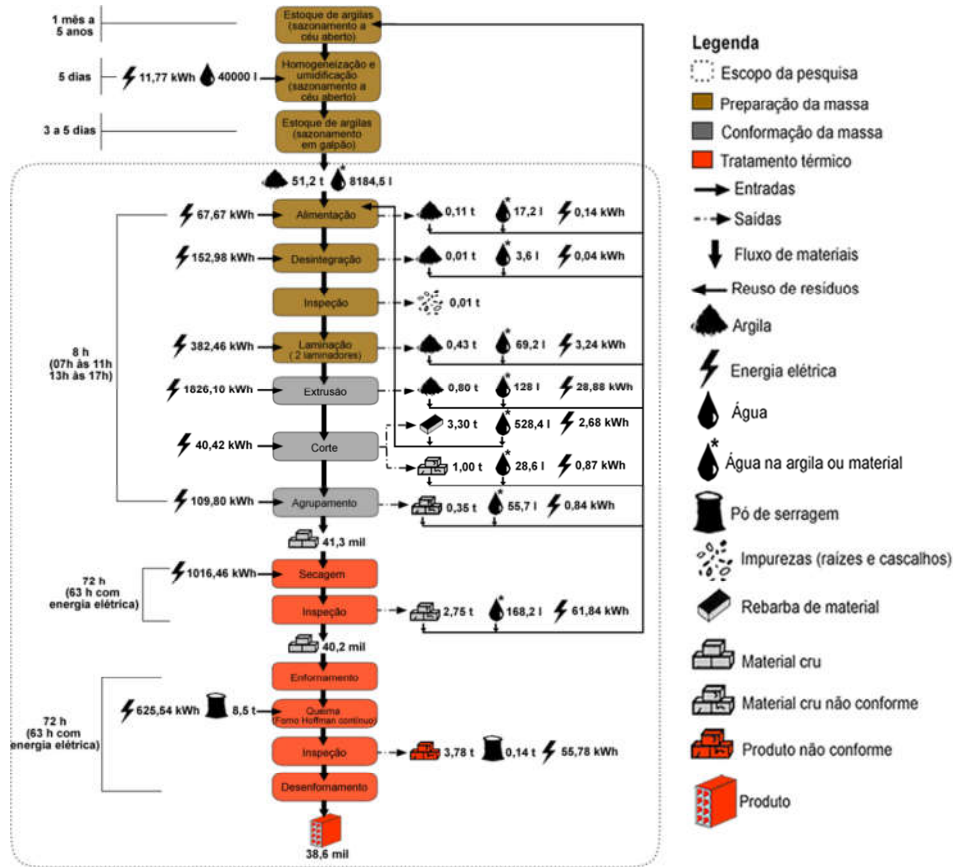


Fig. 1. Fluxograma do processo com entradas e saídas no ciclo de produção da cerâmica vermelha.

De acordo com o fluxograma do processo a quantificação do consumo total de argila em toneladas (t) foi de 51,2t/ciclo de produção. Para tanto foi considerada a seguinte equação (ver Eq. 1):

$$CTAR = (TPP \times MP) + TR / 1000 \tag{1}$$

Na Eq. 1, o CTAR significa o Consumo Total de Argila (t) no processo produtivo; TPP é o Total de Produtos Produzidos (blocos de vedação); MP é a Massa (kg) do Produto; TR é o Total de Resíduos sólidos (kg) gerados em todos os processos e; 1000 é o fator de conversão de kg para t.

Em relação ao consumo total de água foi verificado 8.184,5l/ciclo de produção. Para quantificar o consumo de água total em litros (l) foi considerada a seguinte equação (ver Eq. 2).

$$CTA = (MAU - MAS) \times CTAR / MAU \tag{2}$$

Na Eq. 2, o CTA significa o Consumo de Água Total (l) no processo produtivo; o MAU é uma amostra de 0,1 kg de Material Argiloso Úmido (pesado em balança analítica); o MAS é a amostra de MAU seca, isto é, o Material Argiloso Seco depois de ficar em estufa a 100°C e 24 horas e; o CTAR é o Consumo Total de Argila (kg) no processo produtivo.

O consumo de energia elétrica total foi de 4.233,19kWh/ciclo de produção. Para quantificar o consumo de energia elétrica em quilowatt-hora (kWh) por processo foi considerada a seguinte equação (ver Eq. 3):

$$CEP = \sum CEEM \tag{3}$$

Na Eq. 3, o CEP significa o Consumo de Energia elétrica (kWh) no Processo; Σ CEEM é a soma do Consumo de Energia Elétrica (kWh) dos motores das máquinas que compõe o processo.

Quanto ao pó de serragem, verificou-se um consumo total de 8,5t/ciclo de produção. Para quantificar o consumo de pó de serragem em toneladas (t) na queima foi considerada a seguinte equação (ver Eq. 4):

$$CPS = TSC \times MS / 1000 \quad (4)$$

Na Eq. 4, o CPS significa o Consumo de Pó de Serragem (t); o TSC é o Total (unidades) de Sacos de pó de serragem Consumidos, MS é a Média da massa (kg) de Sacos de pó de serragem e; 1000 é o fator de conversão de kg para t.

Já em relação a quantificação da geração de saídas constatou-se a geração de 1,6t/ciclo de produção de material argiloso da alimentação a extrusão. Esse valor foi obtido por meio da pesagem desses resíduos em balança industrial no final do expediente de trabalho. E a quantificação da massa (t) da rebarba gerada no processo de corte foi de 3,30t/ciclo de produção. O valor foi obtido com a pesagem das rebarbas em balança industrial no final do expediente de trabalho. Do mesmo modo, a quantificação da massa (t) dos blocos crus defeituosos gerados nos processos de corte (1,35t/ciclo de produção) e agrupamento (0,30t/ciclo de produção) foi efetuada por meio da pesagem desses resíduos em balança industrial no final do expediente de trabalho. Já os blocos crus secos defeituosos gerados na inspeção da secagem, cerca de 2,75t/ciclo de produção foram quantificados (t) por meio da seguinte equação (ver Eq. 5):

$$MTB SDS = TBSD \times MBSC / 1000 \quad (5)$$

Na Eq. 5, o MTB SDS significa a massa (t) Total dos Blocos crus Secos Defeituosos gerados na Secagem; TBSD é o Total (unidade) de Blocos crus Secos Defeituosos, os quais foram identificados e contados no momento da inspeção da enforna; MBSC é a Massa (kg) de um Bloco cru Seco em Conformidade e; 1000 é o fator de conversão de kg para t. Em relação a quantificação da massa (t) dos produtos defeituosos gerados no processo de inspeção da queima, em torno de 3,78t/ciclo de produção, foi obtida por meio da seguinte equação (ver Eq. 6):

$$MTPDQ = TPD \times MPC / 1000 \quad (6)$$

Na Eq. 6, o PTRQ significa a massa (t) Total dos Produtos Defeituosos gerados na Queima; TPD é o Total (unidades) de Produtos Defeituosos, os quais foram identificados e contados no momento da inspeção da desenforna; o MPC é a massa (kg) do Produto Conforme e; 1000 é o fator de conversão de kg para t. Por outro lado, a água residual (l) gerada nas etapas que englobam a preparação e conformação da massa (ver Fig.1), foi de 960l/ciclo de produção. Para tanto, esse valor foi obtido considerando a seguinte equação (ver Eq. 7):

$$ARP = (MAU - MAS) \times MRS GP / MAU \quad (7)$$

Na Eq. 7, o ARP significa a Água Residual (l) gerada no Processo; o MAU é uma amostra de 0,1 kg de Material Argiloso Úmido (pesado em balança analítica); o MAS é a amostra de MAU seca, isto é, o Material Argiloso Seco depois de ficar em estufa a 100°C e 24 horas e; o MRS GP é a massa (kg) do Resíduo Sólido Gerado no Processo. Por sua vez, a água residual (l) gerada no processo de secagem, cujo valor consistiu em 158,4l/ciclo de produção, foi obtida por meio da seguinte equação (ver Eq. 8):

$$ARS = (MBCSC - PPC) \times MBC SDS / MBCSC \quad (8)$$

Na Eq. 8, o ARS significa a Água Residual (l) presente nos blocos crus secos defeituosos da secagem; o MBCSC é a Massa (kg) do Bloco Cru Seco em Conformidade; o MPC é a massa (kg) do Produto em

Conformidade e; o MBCSDS é a massa total (kg) dos Blocos Crus Secos Defeituosos gerados na Secagem.

Em relação ao desperdício de energia elétrica (kWh) por processo (ver Fig.1) foi considerada a seguinte equação (ver Eq. 9):

$$DEEP = EECP / AEP \times RSGP \quad (9)$$

Na Eq. 9, o DEEP significa o Desperdício de Energia Elétrica (kWh); EECP é a Energia Elétrica (kWh) Consumida no Processo; AEP é a Argila (t) que Entrou no Processo e; RSGP é o Resíduo Sólido (t) Gerado no Processo. Por outro lado, a quantificação do desperdício de pó de serragem (t) no processo de queima, cujo valor ficou em 0,14t/ciclo de produção, foi elaborada a seguinte equação (ver Eq. 10):

$$DPS = (CPS/TPC) / TPD \quad (10)$$

Na Eq. 10, o DPS significa o Desperdício de Pó de Serragem (t); CPS é o Consumo de Pó de Serragem (t); TPC é o Total de Produtos produzidos em conformidade (milheiro) e; TPD é o Total (milheiro) de Produtos Defeituosos gerados na queima (milheiro). Em relação a quantificação dos blocos crus úmidos (milheiro) em conformidade que foram para secagem, o valor foi de 41,3mil blocos/ciclo de produção. Esse dado foi obtido considerando a seguinte equação (ver Eq. 11):

$$BCUS = (VS - F) / 1000 \quad (11)$$

Na Eq. 11, o BCUS significa os Blocos Crus Úmidos (milheiro) em conformidade que foram para Secagem; VS é o número (unidade) de Vagonetas (uma vagoneta tem capacidade total de 560 blocos) que foram para a Secagem; F é o número (unidade) de Blocos que faltaram para completar a capacidade total da vagoneta; e 1000 é o fator de conversão de unidade de blocos para milheiro. Quanto aos blocos crus secos (milheiro) em conformidade que foram para queima, o valor obtido foi de 40,2 mil blocos/ciclo de produção, considerando a seguinte equação (ver Eq. 12):

$$BCSQ = (BCUS - TBCSD) / 1000 \quad (12)$$

Na Eq. 12, o BCSQ significa os Blocos Crus Secos (milheiro) em conformidade que foram para a Queima; BCUS é o número de Blocos Crus Úmidos (unidade) em conformidade que foram para Secagem; TBCSD é o Total de Blocos Crus Secos Defeituosos e; 1000 é o fator de conversão de unidade de blocos para milheiro. Por fim, a quantificação dos produtos em conformidade (milheiro) no fim do processo produtivo foi de 38,6 mil blocos/ciclo de produção, considerando a seguinte equação (ver Eq. 13):

$$TPP = (BCSQ - TPD) / 1000 \quad (13)$$

Na Eq. 13, o TPP significa o Total (milheiro) de Produtos Produzidos em conformidade; o BCSQ é o número Blocos Crus Secos (milheiro) em conformidade que foram para a Queima; TPD é o Total (unidade) de Produtos Defeituosos gerados na queima e; 1000 é o fator de conversão de unidade de blocos para milheiro.

Para melhor visualização dos resultados totais do fluxograma do processo, a Tabela 1 apresenta o total de entradas, saídas e retroações (reúso) do processo produtivo da cerâmica vermelha objeto de estudo.

Tabela 1. Total de entradas, saídas (desperdícios e resíduos) e retroações (reúso).

Entradas	Saídas	Retroações (reúso)
Argila (51,2t)	Resíduos (argila, 12,54t)	Resíduos (argila,8,76t)
Água (8.184,5l)	Água residual (1.118,5l)	Água residual (528,4l)
Energia elétrica (4.233,19kWh)	Energia elétrica (154,30kWh)	Energia elétrica (0,00kWh)
Pó de serragem (8,47t)	Pó de serragem (0,14t)	Pó de serragem (0,00t)

Nesse contexto, verificou-se que os processos de extrusão, corte, secagem e queima foram os que apresentaram, do ponto de vista quantitativo (t), as maiores gerações de resíduos sólidos, ou seja, material argiloso, rebarbas de blocos, blocos crus defeituosos e produtos defeituosos, totalizando 11,63t o que representou 92,74% da geração total de resíduo na produção, conforme pode ser visto na tabela 2.

Tabela 2. Principais processos que geraram resíduos sólidos (t) e percentual.

Processos	Geração de resíduos (argila em t)	%
Extrusão	0,80*	6,38
Corte (rebarba)	3,30**	26,34
Corte	1,00*	7,96
Secagem	2,75*	21,91
Queima	3,78	30,15
TOTAL	11,63	92,74

* Quantidade de resíduo reutilizado no estoque de argilas; ** Quantidade de resíduo reutilizado na alimentação.

Na tabela 2, destaca-se que a queima foi o processo que gerou mais resíduos sólidos, isto é, produtos defeituosos, 3,78t/ciclo de produção de resíduos ou 30,15%. Observou-se também, especialmente na secagem que gerou 2,75t de resíduos, a ocorrência da geração de blocos crus secos defeituosos, com trincas ou deformações, conforme pode ser visto na Fig.2:



Fig. 2. Bloco cru seco trincado (A), bloco cru seco deformado (B) e blocos crus secos com essas não conformidades sendo transportados para serem reutilizados na estocagem de argila.

Trincas são pequenas fissuras causadas pela secagem rápida. Geralmente se iniciam nas bordas e propagam-se até o centro do produto (TUBINO; BORBA, 2006). Para Gouveia e Sposto (2009), as trincas surgem quando uma peça é submetida a secagem e/ou a queima e são geralmente causadas do proporcionamento inadequado das argilas e do elevado teor de umidade na produção.

Já nos processos de extrusão, corte e secagem, apesar de gerarem juntos 5,9t/ciclo de produção de resíduos ou 62,59%, a argila não foi desperdiçada, uma vez que toda essa argila foi reutilizada na produção, sendo reintroduzida nos processos de alimentação ou na estocagem de argilas (ver Fig.3). Essa matéria-prima crua é considerada um resíduo reutilizável como agregado, conforme CONAMA 307/2002 (BRASIL, 2002).



Fig. 3. Reutilização de blocos crus defeituosos no processo de estocagem da argila.

No entanto, a geração desses resíduos, nos processos de extrusão, corte e secagem, contribuiu para a geração de água residual presente na argila. Em torno de 446l/ciclo de produção de água ou 39,88% foram desperdiçados, haja vista que essa água evapora na argila estocada a céu aberto. Em contraponto, a água residual presente nas rebarbas dos blocos, cerca de 528,4/ciclo de produção ou 47,24%, foi reutilizada no processo de alimentação (Tabela 3).

Tabela 3. Principais processos que geraram água residual (l) e porcentagem.

Processos	Água (l)	%
Extrusão	128	11,44
Corte (rebarba)	528,4*	47,24
Corte	159,6	14,27
Secagem	158,4	14,17
TOTAL	974,4	87,12

*Quantidade (l) de água residual reutilizada na alimentação.

Por fim, a Tabela 4, apresenta, em suma, o percentual de desperdícios de insumos nos processos de extrusão, corte, secagem e queima.

Tabela 4. Percentual de desperdícios de insumos nos processos de extrusão, corte, secagem e queima.

Processos	Desperdícios (%)			
	Argila	Água	Energia elétrica	Pó de serragem
Extrusão	0	11,44	18,71	0
Corte	0	14,27	2,1	0
Secagem	0	14,17	40,08	0
Queima	30,15	0	36,15	1,68

De acordo com os percentuais de desperdícios de insumos da Tabela 4, os processos de extrusão, corte e secagem, foram os que mais geraram desperdícios de água, 39,88% do total de desperdício desse insumo na cerâmica vermelha. Também ocorreu o desperdício de energia elétrica sobretudo nos processos de secagem e queima, os quais juntos representaram um desperdício de 76,23% do total de desse insumo na produção. Diante disso, Maciel e Freitas (2013), ilustram que uma série de técnicas de P+L podem ser propostas para reduzir esses problemas, quais sejam: análise da qualidade da argila na jazida ou no estoque; uso de peneiras com menor abertura para evitar a passagem de impurezas no processo de extrusão; manutenção preventiva das máquinas; e treinamento para os funcionários.

Finalmente, o processo de queima dos blocos secos foi o único que gerou desperdícios de argila e pó de serragem na cerâmica. Os resíduos gerados na queima (ver Fig. 6), como os produtos defeituosos, foram de 3,78t/ciclo de produção, o que representou 30,15% de desperdícios no processo. Em consequência disso, como a queima foi o único processo que consumiu pó de serragem, só nele houve desperdício desse insumo que foi de 0,14t/ciclo de produção ou 1,68% de desperdício no processo.



Fig. 6. Produtos defeituosos gerados no processo de queima.

Diferente dos resíduos dos outros processos, os resíduos da queima não foram reutilizados na produção. Para serem reutilizados, eles devem passar por moagem ou trituração, transformando-se em chamote, e assim pode ser inserido na mistura das argilas (JUNIOR et al., 2013). Nesse contexto, alguns estudos como o de Fernandes *et al.* (2012), Zaccaron *et al.* (2014) e Oliveira *et al.* (2016), demonstraram que, em certa medida, a incorporação de chamote à massa argilosa, além de reduzir o uso de argila e seu desperdício, promove a reciclagem interna, diminui os impactos do descarte de resíduos ao meio ambiente e contribui para melhorar as propriedades tecnológicas de produtos cerâmicos, tornando sua utilização viável na produção.

4. Conclusões

Conclui-se que, o processo produtivo da Villar Produtos Cerâmicos de Tangará-RN, tem gerado desperdícios, sobretudo, nos processos de extrusão, corte, secagem e queima. Nos três primeiros, o desperdício principal foi de água com 39,88% do total de desperdício desse insumo. Já na secagem e queima foi a energia elétrica o principal desperdício com 76,23% do total. Por fim, verificou-se que a queima foi o único processo que gerou desperdícios de argila e de pó de serragem na cerâmica. De argila foram desperdiçados 30,15% no processo. Já de pó de serragem os desperdícios foram 1,68% no processo. Além disso, permite-se afirmar que o estudo em pauta contribuiu na prática para difusão de metodologia para diagnosticar preliminarmente a situação de desperdícios em indústrias de cerâmica vermelha rumo à P+L.

Diante dos resultados, recomenda-se à empresa a proposição e a implantação de técnicas de P+L para reduzir desperdícios, sobretudo, nos processos de extrusão, corte, secagem e queima. Face ao exposto, pode-se propor técnicas de Boas Práticas Operacionais (BPO), como o proporcionamento adequado das argilas; o controle da umidade, entre 18% a 25%, do material argiloso (antes da extrusão); e manutenção preventiva de componentes da extrusora. Para tanto, é fundamental, doravante, realizar outras etapas da metodologia para implementação da P+L do CNTL, como: (i) a definição de indicadores de desempenho para monitorar a eficiência de técnicas de P+L, sendo possível comparar o desempenho dos processos produtivos da cerâmica antes e depois da aplicação dessas técnicas; e a (ii) investigação de possíveis causas dos desperdícios. Para essa investigação sugere-se a aplicação de entrevistas com os funcionários da cerâmica e a realização de análises do teor (%) de resíduo retido na argila (areia e pedregulho) por meio de análise granulométrica dos 4 tipos de argilas utilizados na cerâmica.

Referências

Brasil. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), 2002. Resolução nº 307, de 17 de jul. 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307> Acessado em 08 outubro/2016.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente, 2015. Anuário estatístico do setor de transformação de não metálicos. <http://www.mme.gov.br/documents/1138775/1732813/Anu%C3%A1rio+Estat%C3%ADstico+do+Set>

[or+de+Transforma%C3%A7%C3%A3o+dos+N%C3%A3o+met%C3%A1licos+2015.pdf/3ae38c3d-d37f-49cd-9586-bcef858914c6](#) Acessado em julho/2016.

- Fernandes, P., Donadel, K., V. S., Nandi, Mantas, P., 2012. *Cerâmica Industrial* 17, 42-46.
- Gil, A. C., 2008. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6.ed., Atlas, São Paulo.
- Gouveia, F. P.; Sposto, R. M., 2009. Incorporação de chamote em massa cerâmica para a produção de blocos. Um estudo das propriedades físico-mecânicas. *Cerâmica [online]*. 336, 415-419.
- Junior, M.F. H., Schwob, M. R. V., Rodrigues, J. A. P., 2013. *Manual de eficiência energética na indústria de cerâmica vermelha*. INT/MCTI, Rio de Janeiro.
- Maciel, D., Freitas, L., 2013. *Revista Produção Online*. 13, 1355-1380.
- Ohno, T., 1997. *Sistema toyota de produção: além da produção em larga escala*. Bookman, Porto Alegre.
- Oliveira, A. A., 2011. *Tecnologia em cerâmica*. Lara, Criciúma.
- Oliveira, Y. L., Linhares Júnior, Z., Ancelmo L., Soares, R. A. L., 2016. *Cerâmica Industrial*. 21, 45-50.
- Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial do Rio Grande do Sul (SENAI-RS), 2003. *Implementação de programas de produção mais limpa*, CNTL, Porto Alegre.
- Silva, A. C. da, Pithon, A. J. C., Fernandes, J. L., dos Santos, L. M., 2014. *Cerâmica*. 60, 490-500.
- Tubino, L.C.B, Borba, P., 2006. *Etapas do processo cerâmico e sua influência no produto final: massa, extrusão, secagem e queima*. Dossiê Técnico, SENAI. Rio Grande do Sul.
- United Nations Environment Programme (UNEP), 2004. *Guidance manual how to establish and operate cleaner production centres*, UNEP, Paris.
- United Nations Environment Programme (UNEP), 2016. *Division of technology, industry, and economics. Sustainable consumption & production branch. Resource efficient and cleaner production*. <http://www.unep.fr/scp/cp/> Acessado em julho/ 2016.
- Yin, R. K., 2005. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 3 ed., Bookman, Porto Alegre.
- Zaccaron, A., Galatto, S. L., Nandi, V. S, Fernandes, P., 2014. *Cerâmica Industrial* 19, 33-39.