

Gerenciamento de resíduos: um estudo da areia verde em uma empresa de fundição dos Campos Gerais

Andreia Antunes da Luz (Orientadora) andreia-luz@hotmail.com

Charles Mocelim (FASF) charlesmocelim@hotmail.com

Valdimir Martins Delfino (FASF) ymdelfino@hotmail.com

Resumo:

A Indústria tem um desafio a ser gerido, a quantidade e a diversidade de resíduos gerados em seus processos. O setor de fundição apesar de consumir sucatas metálicas como matéria-prima, produz grandes volumes de resíduos sólidos. Os resíduos são constituídos basicamente de escórias, poeiras diversas e areia descartada, entre outros. A areia corresponde ao maior volume de resíduos gerados, este, descartado em aterros industriais. A disposição dos resíduos de areias de fundição em aterros industriais geram um sério problema ambiental, devido ao volume produzido. A possibilidade de utilização segura da areia verde por outras empresas em seus processos produtivos, apresenta-se como a principal possibilidade, assim, este artigo tem como objetivo identificar clientes potenciais para utilização da areia verde em seu processo produtivo. Realizou-se uma pesquisa básica com abordagem qualitativa e exploratório, foi realizada uma pesquisa bibliográfica e utilizou-se o método científico o fenomenológico. A amostra foi composta por acessibilidade dos pesquisadores, sendo, 01 empresa de fundição dos Campos Gerais, Paraná e 06 empresas fabricantes de produtos que utilizam a areia virgem como matéria prima. As 06 empresas apresentam um consumo médio mensal de 2.680 m³ de areia, revelando um percentual de 431,34 % acima da quantidade de 461 m³ de areia verde ao mês descartada pela empresa de fundição no aterro industrial. Dentre as 06 empresas, 04 estariam interessadas em utilizar a areia verde em seus produtos, sendo estas do ramo de construção civil, artefatos de concreto e cerâmicas. Com a reutilização da areia descartada no aterro industrial ambas as partes serão beneficiadas, sendo assim os potenciais clientes com a redução de custos no seu processo e a empresa de fundição com minimização do aterro industrial, o qual está com capacidade limitada, não havendo necessidade de um novo aterro industrial.

Palavras chave: Artigo, CONBREPRO 2015, Formatação.

Waste minimization: a study of green sand in a Companies of foundry Campos Gerais

Abstract

The discard of waste of companies of foundry is the main item of concern because of the difficulty of disposal of this sand and its possible environmental impacts. The reuse of this material in products is presented as ecological and sustainable alternative. This article aims to identify potential customers to use green sand in its production process. We conducted a qualitative research with exploratory, bibliographical and internet, where a smelter of general

fields and performed two procedures was visited: visit of researchers through on-site observation and the second stage by means of an interview script structured with questions open with six managers (06) companies: being 4 in Ponta Grossa and 2 in Imbituva before such information was obtained data from six companies a total monthly consumption of virgin sand in the amount of 2,680 m³ and average price R \$ 45.53 and compared the foundry was observed 461 m³ and monthly cost of disposal of R \$ 57.43 the m³, there is a significant discrepancy in the reported monthly consumption in percentage of 431.34%, from the 06 companies, only 04 of them show interest in products with green sand with an initial amount of 10% to 15% and thereby extending to other products of its production and collaboration between both parties and preserving natural resources.

Key-words: Companies of foundry. Green sand. Solid waste. Reuse.

1. Introdução

A Indústria proporciona um desafio a ser gerido, a quantidade e a diversidade de resíduos gerados, segundo Biolo (2005) encontrando grandes dificuldades na disposição final dos resíduos gerados em seus processos, causando sérios problemas ambientais e crescentes incrementos nos custos industriais, por falta de soluções tecnológicas apropriadas e de instalações adequadas à eliminação dos resíduos.

O setor de fundição empregou 66.000 trabalhadores, faturou 11.6 bilhões de dólares no ano de 2013 e ocupando o sétimo lugar em fundidos em 2012 (ABIFA, 2014). O setor de fundição apesar de consumir sucatas metálicas como matéria-prima, produz grandes volumes de resíduos sólidos. Os resíduos são constituídos basicamente de escórias, poeiras diversas e areia descartada, entre outros. A areia descartada, corresponde ao maior volume de resíduos gerados pela indústria de fundição, e apresenta características quantitativas e qualitativas diferenciadas, em função dos tipos de tecnologias de processos utilizados (BIOLO, 2005).

Uma das preocupações das empresas deste ramo são os seus resíduos sólidos, mais especificamente as areias utilizadas na confecção dos moldes, esta, descartada em aterros industriais fiscalizados por órgão regulamentadores.

A disposição dos resíduos de areias de fundição em aterros industriais, quando não monitorados, geram um sério problema ambiental, devido ao volume produzido, além disso, acarretam um problema adicional, pois os órgãos e regulamentos ambientais levam as empresas a destinar seus resíduos em aterros cada vez mais distantes do local gerado, aumentando consideravelmente os custos envolvidos. Devido a isso, as empresas do setor de fundição procuram alternativas como: reaproveitamento externo dos seus resíduos, redução dos desperdícios, redução no número de moldes e um tratamento das areias de fundição que seriam descartadas. Este último é obtido removendo e inertizando os contaminantes para que possibilitem o seu reaproveitamento em novos produtos, com o intuito de não agredir o meio ambiente, diminuindo os custos de estoque destes materiais. A regeneração de areias de fundição é um tema apresentado na literatura há mais de 40 anos, sendo aplicada através de diferentes processos em fundições do mundo todo. Atualmente constitui uma alternativa técnica e economicamente viável, dependendo dos volumes a regenerar, sendo considerada uma operação padrão da indústria de fundição (SCHEUNEMANN, 2005).

A areia de fundição, que é utilizada para a confecção dos moldes de peças metálicas, classifica-se pela legislação brasileira (ABNT, 2004) como um resíduo não perigoso. Entretanto, dependendo de cada situação em particular, pode apresentar poluentes tais como, metais (ferro, alumínio, níquel, cromo, chumbo, zinco, etc.) e resinas fenólicas de acordo com o processo de

moldagem/macharia utilizado. O volume desses excedentes, somado ao fato de que ele pode não ser totalmente inerte, faz com que afete adversamente o ambiente se destinado ou manuseado de forma inadequada (BIOLO, 2005).

A partir deste contexto esta pesquisa tem como pergunta de partida: como minimizar o aterro industrial utilizado por uma fundição dos Campos Gerais para o descarte de areia verde? Para responder à pergunta de partida, tem-se como objetivo identificar clientes potenciais para utilização da areia verde em seu processo produtivo.

A possibilidade de utilização segura da areia verde por outras empresas em seus processos produtivos, apresenta-se como a principal possibilidade, alguns trabalhos nesse sentido já foram realizados, tais como no aproveitamento em agregados para concreto e asfalto (RIBEIRO *et al.*, 2001; NUNES *et al.*, 2003; MARINO, 2004 *apud* BIOLO, 2005). Tendo em vista as implicações previstas na nova lei de crimes ambientais o excedente de areia não deverá ser simplesmente cedido ou doado a um usuário externo, pois nesse caso ele continuará a ser caracterizado como resíduo, é preciso que ele seja vendido ao usuário final (ou a um intermediário) para que seja caracterizado como um produto, o que exigiria, provavelmente, algum tipo de pré-processamento da areia. Pela mesma razão, a fundição deveria optar pelo reuso externo apenas quando não houver possibilidade de vir a ser imputado à areia um eventual dano ambiental causado pelo produto final (ABIFA, 1999; BIOLO, 2005).

O presente trabalho busca alternativas de reuso da areia descartada do processo de fundição em processos de fabricação de outras indústrias de transformação. A escolha do reuso da areia descartada desperta curiosidade e preocupação com meio ambiente, pois os recursos estão cada vez mais escassos no planeta, assim, possibilitando produtos e processos ecologicamente sustentáveis.

2. A Indústria de Fundição

A indústria de fundição é um segmento da economia que se caracteriza pela produção de bens intermediários, fornecendo em sua maioria peças fundidas para diversas outras indústrias (BIOLO, 2005).

A história da fundição iniciou-se com a preocupação em fazer produtos para usos pessoais e principalmente utilizados ao uso industrial, para Bethell *apud* Casotti; Filho; Castro (2011) no Brasil, a primeira casa de fundição surgiu por volta de 1580, em São Paulo, e era destinada à fundição do ouro extraído das minas do Jaraguá e arredores. No decorrer do século XVIII, muitas casas de fundição foram criadas em Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e Bahia. A fundição de ferro passou a ser feita a partir do século XVII e, nos últimos dias do seu domínio, a coroa portuguesa chegou a construir alguns altos-fornos na colônia. A demanda por ferrovias e portos fomentou, por muito tempo, o desempenho das fundições, de modo que os pátios de reparo das companhias ferroviárias e os estaleiros passaram a ter as mais bem equipadas oficinas metalúrgicas do país.

Atualmente segundo Dantas (2003), o setor de fundição apesar de consumir sucatas metálicas como matéria prima, gera grandes volumes de resíduos sólidos, entre os quais, areia de moldagem e poeiras diversas. O processo de fabricação de peças fundidas utiliza grande quantidade de areia para confecção dos moldes e machos. O índice de consumo de areia, dependendo do tipo de peça, varia de 800 a 1.000 Kg para cada peça de 1.000 Kg. Essa areia normalmente é extraída de jazidas de cava ou rios, sendo considerado um bem não renovável, cujo beneficiamento geralmente causa impactos ambientais. No preparo dos moldes, a areia é misturada com um ligante que pode ser bentonita e outros aditivos, para o preparo da areia verde, utilizada na produção de peças de menor peso e tamanho. Para fabricação de peças maiores, geralmente são utilizados moldes e machos, constituídos por areia misturada com

resina e catalisador, que conferem maior resistência às peças. A areia com resina dificulta a sua recuperação e reutilização, gerando assim grande quantidade de descarte aos aterros industriais e conseqüentemente onerando ainda mais o custo de produção.

A areia de moldagem corresponde ao maior volume de resíduos gerados pela Indústria de Fundição, com características quantitativas e qualitativas diferenciadas em função das peculiaridades de cada processo em particular. Depois de utilizada em moldes a areia fica contaminada por metais pesados, dependendo do material de fundição, e por resinas poliméricas empregadas na compactação. Segundo a Associação Brasileira de Fundição (ABIFA) o Brasil gera quase dois milhões de toneladas anuais, correspondendo a mais de três quartos do total de resíduos gerados pela Indústria de Fundição. A areia de fundição é classificada, com base na NBR 10.0004, como um resíduo perigoso (CLASSE I) ou como não inerte (CLASSE II), dependendo do processo de moldagem/macharia (SCHEUNEMANN, 2005).

A areia de fundição apresenta-se como um grave problema ambiental para Scheunemann (2005) o Brasil é um dos maiores produtores mundiais de peças, e até hoje, em muitos locais, são descartados em depósitos não licenciados pelos órgãos de controle ambiental. Com dados da ABIFA, de janeiro a agosto de 2003, a produção de fundidos atingiu 1.315.630 toneladas, sendo que as regiões Sudeste e Sul concentram 90% da produção nacional, tornando o problema ainda mais grave, com a necessidade de ampliar os aterros industriais. O passivo sobre a areia disposta no aterro é de responsabilidade da empresa geradora. Qualquer mudança na legislação, as empresas geradoras deverão dar um destino definitivo às areias com custos certamente elevados.

A areia por ser um recurso de origem natural e um item de fácil acesso e custo acessível, e que será transformada como matéria prima pelas empresas do ramo. Segundo a explanação de Siegel *apud* Adegas; Bernardes (2008) o processo areia verde, desenvolvido por 95% das fundições, é o mais simples de executar, o mais econômico e se adapta tanto à moldagem de peças isoladas quanto à produção em série. Os outros processos mais utilizados entre as fundições pesquisadas são os processos em casca, processos de cura a frio e processos CO₂.

2.1 Processo fundição

E a areia também é um ingrediente importante para servir de mistura junto aos aditivos e aglomerantes que fazem parte do processo de moldagem. Segundo Bradaschia *apud* Bonet, (2002, p. 52)

O preparo das areias de moldagem é feito em misturadores especiais, cujas principais funções são: misturar homogeneamente areia, argila, água e outros aditivos, friccionar a argila úmida entre os grãos de areia, de modo a dividir e distribuir suas partículas, para desenvolver ao máximo as propriedades aglomerantes.

Mais autores argumentam a respeito da moldagem, e também o modo de qual é feito esse processo:

Moldagem das areias nos modelos (e montagem das caixas de fundição): promove-se a compactação das areias sobre os modelos, normalmente bipartidos, cada qual numa caixa de fundição. Fazem-se os devidos canais de alimentação (para que o metal fundente possa fluir internamente) e juntam-se à caixa superior e à caixa inferior, constituindo o molde para fundição (CHIAVERINI, 1986) (OLIVEIRA *apud* FAGUNDES *et al.* 2010, p 3).

Após a constituição das caixas, o metal derramado por um orifício na parte superior do molde ocorrendo a fusão e vazamento do metal: funde-se o metal em fornos próprios a essa aplicação

e transfere-se este material para dentro do molde, preenchendo toda a sua cavidade com o líquido ferroso (CHIAVERINI, 1986) (OLIVEIRA *apud* FAGUNDES, *et al.* 2010).

Logo que resfriado o líquido, essas caixas são alocadas até o desmoldador, onde o molde de areia será quebrado e a peça bruta começa a mostrar suas formas de desmoldagem: após o vazamento do metal, as caixas de fundição são submetidas a uma ação vibratória, para que as peças fundidas e as areias de fundição sejam separadas (CAMPOS FILHO, 1978) (OLIVEIRA *apud* FAGUNDES *et al.* 2010).

2.2 Reciclagem da areia

Devido à preocupação ambiental, as empresas não somente as do ramo de fundição, mas de todas as áreas buscam amenizar esses impactos. A areia que usada no processo de confecção das peças está atrelada ao seu destino final da produção, após algumas vezes reutilizada, não será mais viável estar reaproveitando no processo, porque irá ter que colocar mais aglomerante e resina onde os mesmos são de custos elevados. Posteriormente esse resíduo industrial possa ser usado como matéria prima de algum produto reciclável, beneficiando ambas as partes. Para a (ABIFA 1999) distingue os processos em:

Recuperação: consiste em trazer de volta ao processo produtivo original as areias já utilizadas no vazamento de peças. Após a desmoldagem ocorre a retirada dos resíduos (materiais metálicos e torrões). Após esse processo a areia é esfriada e, devido à presença de uma parcela de materiais alterados pelo contato direto com o metal fundido (argilas, carvões e outros aditivos), torna-se necessário retirar uma porcentagem dessa areia usada (porcentagem essa que varia de acordo com as características necessárias à areia no processo inicial), acrescentando areia nova à mistura na mesma proporção da areia usada que foi retirada.

Reutilização: consiste no uso alternativo das areias descartadas de fundição como agregado fino em aplicações fora da indústria de fundição, como por exemplo, na construção civil, na confecção de artefatos de concreto, em pavimentação asfáltica, entre outras, e também como fonte de sílica para a fabricação de cimento. Na reutilização não são adotadas técnicas de tratamento e/ou descontaminação para as areias, apenas o reuso nas condições em que são descartadas.

Regeneração: é o processo pelo qual as areias descartadas de fundição são submetidas à ação mecânica (atrito) e/ou à ação do aumento da temperatura (calcinação), a fim de limpar a superfície dos grãos da areia-base, removendo os materiais aderidos, com o propósito de devolver a eles características mais próximas possíveis às das areias novas, de forma a permitir novamente sua introdução como matéria-prima no processo de fundição (fabricação de moldes e machos, principalmente), substituindo total ou parcialmente a areia virgem.

Diante a preocupação com o meio ambiente, e a preocupação com resíduos de diversos tipos, a areia de fundição busca ter seu destino final através de produtos que podem ser ecologicamente sustentáveis em relação a retirada de recursos naturais, foram definidos os produtos a partir da pesquisa bibliográfica, conforme apresentados no Quadro 1.

Produtos	Autores
- Concretos - Tubos e tijolos	Na área de construção civil, e vista como reciclagem secundária, e são desenvolvidos projetos para sua reutilização, tanto nas instituições brasileiras quanto internacionais (KLINSKY, 2008).

- Postes e mourões - Bloquetes de pavimentação	A reutilização da areia de fundição, é umas das melhores maneiras de se utilizar em artefatos de concreto (BONIN <i>et al</i> ,2005 <i>apud</i> BIOLO,2005).
- Asfáltica	A indústria asfáltica prefere de certa forma agregados angulares, ao invés da forma arredondada em fundições, característica importante na composição da massa, onde não descarta o uso de areia de fundição no processo (LEIDEL 1993 <i>apud</i> BONET, I.I 2002).

Quadro 1 - Produtos que utilizam a areia virgem como matéria prima.

De acordo com Klinsky (2008) que comenta sobre a reutilização do resíduo gerado e, que é regenerada e retornada ao processo de produção, e conhecida também como “Reciclagem Primária”, ou externamente, com a “Reciclagem Secundária”, onde o resíduo serve como matéria prima para outra atividade que não seja a de fundição, sendo assim podendo ser utilizada em artefatos de concreto por exemplo.

As areias de descarte são uma opção de conscientização ambiental, afim de servir de matéria prima a alguns produtos, onde Carnin *et al*. (2010) que esses dejetos industriais foram utilizados em pavimentos intertravados, e apresentaram boa durabilidade, resistência mecânica e de toxicidade realizados Fundação de Meio Ambiente de Santa Catarina (FATMA), mostrando que pode ser uma alternativa de uso.

3. Procedimentos metodológicos

Para estudar os clientes potenciais para utilização da areia verde em seu processo produtivo, apresenta-se sob o ponto de vista da natureza como básica e abordagem qualitativa em relação ao problema.

Apresenta-se como um estudo exploratório, pois visa tornar explícito a minimizar do aterro industrial utilizado por uma fundição dos Campos Gerais para o descarte de areia verde, assim, proporciona hipóteses para a solução do problema.

A investigação científica depende de um conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos (GIL, 1999), foi realizada uma pesquisa bibliográfica. A pesquisa bibliográfica foi elaborada a partir de livros, dissertações, artigos e material disponibilizado na *Internet*.

Para que o objetivo seja atingido, também utilizou-se o método científico o fenomenológico (GIL, 1999). O método fenomenológico estuda a areia verde, a realidade presente em uma fundição dos Campos Gerais, Paraná.

A amostra foi composta por acessibilidade dos pesquisadores, sendo, seis (06) empresas fabricantes de produtos conforme Quadro 1 do referencial teórico.

A coleta de dados foi realizado em duas etapas. Primeiro etapa através de observação *in loco* dos pesquisadores na fundição dos Campos Gerais, Paraná. E segunda etapa por meio de um roteiro de entrevista estruturado com perguntas abertas com os Gestores de 6 empresas que fabricam produtos que utilizam a areia virgem como matéria prima: sendo 4 em Ponta Grossa e 2 em Imbituva.

4. Análise e discussão dos resultados

Apresenta-se os resultados sobre o processo produtivo da empresa de fundição dos Campos Gerais, a qual trabalha com um método viável e flexível para a produção de peças geométricas e complexas. Nos últimos anos a fundição vem se modernizando em seus processos produtivos

em metal mecânica, onde tem alcançado a excelência em seus produtos.

Ao determinar o tipo de peça a ser produzido, elabora-se o projeto do molde conforme as especificações do cliente, tipo de material a ser fundido e forma de preenchimento. Após a elaboração do projeto do molde, este será produzido com dimensões específicas maiores do que o tamanho solicitado da peça a ser fundida, essa tolerância se faz necessária para a realização do processo final, que vem a ser a usinagem.

Inicia-se o processo com o transporte da areia virgem fina, que é despejada no misturador, este faz a mistura da areia e os aglomerantes, obtendo a forma da areia verde. Esta areia segue através de correias transportadoras até a moldagem mecanizada, ou seja, prensa hidráulica, onde se forma as peças de moldagem.

No preparo dos moldes, a areia é misturada com um ligante que pode ser bentonita e outros aditivos, para o preparo da areia verde, utilizada na produção de peças de menor peso e tamanho. Para fabricação de peças maiores, geralmente são utilizados moldes e machos, constituídos por areia misturada com resina e catalisador, que conferem maior resistência às peças. A areia com resina dificulta a sua recuperação e reutilização, gerando assim grande quantidade de descarte aos aterros industriais e consequentemente onerando ainda mais o custo de produção (DANTAS, 2003).

Existem dois procedimentos para o preenchimento dos moldes, o Processo Mecanizado e o processo Manual; Mecanizado através de sistema hidráulico e vácuo, sendo a areia injetada através de tubulações; e o manual com a utilização de dois operadores para a descarga da areia no molde.

Após este processo os moldes seguem através de um equipamento chamado carrossel, indo até o desmoldador (uma peneira vibratória), este faz com que o molde se desprenda da peça concluída. Esta areia que produzia o molde após a peça desmoldada segue através do processo de pressão em tubulação, e desta forma retorna para o início do processo, podendo ser reutilizada apenas três vezes, de acordo com a empresa os motivos são pelos aglomerantes que nela são misturados a areia perde a qualidade e pode apresentar falhas quando utilizado nos moldes. Após ser utilizados três vezes a areia é descartada no aterro industrial da própria fundição.

A quantidade mensal descartada no aterro industrial é de aproximadamente de 461m³. A areia descartada, corresponde ao maior volume de resíduos gerados pela indústria de fundição, e apresenta características quantitativas e qualitativas diferenciadas, em função dos tipos de tecnologias de processos utilizados (BIOLO, 2005). O aterro industrial contribui de forma marcante para o agravamento dos problemas ambientais, notadamente nos grandes centros urbanos.

Segundo a empresa de fundição pesquisada as regulamentações governamentais mais recentes têm procurado restringir esta cômoda prática, devido ao seu impacto nocivo sobre o meio ambiente e suas consequências danosas à sociedade e essas novas exigências legais apresentam que o custo para se efetuar um descarte, adequadamente equacionado, em aterros legalizados são elevados e, esses custos que implicam, por exemplo, em monitoramento constante, locomoção diária, dentre outros.

A empresa de fundição pesquisada necessita rever suas estratégias e, rapidamente cuidar da minimização de seu aterro industrial em função das restrições legais e capacidade limitada no aterro industrial.

O aterro industrial utilizado pela empresa de fundição pesquisada apresenta uma capacidade de 224.000m³ e tem uma média de descarte mensal de 461m³ com uma área de 1.140m² x 950m²

=10.830m², sendo o custo mensal de descarte no aterro de R\$ 57,43 o m³. Esta área de descarte não ultrapassa o seu limite pelo motivo de já haver empresas que fazem a retirada destes resíduos para a reutilização. Mas pode ocorrer de ficar limitada devido à falta de demanda por empresas interessadas no resíduo.

Há algumas empresas que já utilizam a areia verde no seu processo como por exemplo: CCR Rodonorte, Lages Primavera e a Ponta Grossa Ambiental.

A empresa de fundição paga o valor de R\$61,00 m³ de areia verde ao cliente, este valor é depositado em conta corrente da empresa interessada. O transporte é realizado por uma empresa credenciada na empresa de fundição, a qual também precisa ter licença ambiental, por isso este transporte é feito por uma empresa especializada.

O Instituto Ambiental do Paraná (IAP), controla os aterros particulares através de licença ambiental, um aterro é um empreendimento licenciado. As licenças normalmente têm validade de 3 anos antes da emissão da primeira licença, a fundição apresenta um projeto, o IAP analisa, o qual aprova o projeto se estiver de acordo com as especificações exigidas. Durante a vigência da Licença o IAP podendo enviar técnicos para eventual fiscalização, mas neste caso não há uma obrigatoriedade.

Os Potenciais clientes (empresas interessadas pela areia descartada no aterro industrial da empresa de fundição) precisam para a retirada deste resíduo seguir dois passos: Serem licenciados pelo IAP e obterem o AA (autorização Ambiental), ato administrativo emitido com ou sem prazo de validade, mediante o órgão ambiental estabelece as condições para implantação ou realização de empreendimentos, atividades, pesquisas e serviços ou para execução de obras emergenciais de interesse público, tais como: Autorização para movimentação de resíduos, fornecido pelo IAP e também o cadastramento na empresa de fundição. Mediante a esses procedimentos a empresa interessada está autorizada para a utilização da areia verde do aterro industrial da empresa de fundição.

Após informações obtidas por meio da vista *in loco*, buscou informações na *internet* sobre empresas que utilizam areia virgem em seus processos produtivos. De acordo com o Quadro 1 elaborado a partir da pesquisa bibliográfica, o Quadro 2 apresenta os resultados obtidos, ou seja, empresas localizadas na cidade de Ponta Grossa e Imbituva que utilizam areia em seu processo produtivo, justifica-se Ponta Grossa e Imbituva devido a amostra ser composta por empresas dessas cidades.

Empresas	Localização	Quantidade
Construtora Unisul, Baggio Silveira, Miquelão, , Dalazoana, Correia Neto, Construtora LAAR, DHG Tizon, Rio da Prata, Cassalta, Ilha Bela, Rotelli.	Ponta Grossa – PR	11
Lages Pitangui, Lages Primavera, Lages Sul, Artefatos em concretos Concremax, Matise Artefatos de Concreto, Beninca Muros, Lages Correia, Hobimix Concretos Usinados, Lages Fortaleza, Telhacon Concretos.	Ponta Grossa – PR	10
Tubo Ponta, Roma Pré Moldados, Pré-moldados Balduino, Galpões Pré-Moldados Maldonado, Eurich Muros, Jamil casas pré-fabricadas, Roth pré-fabricados.	Ponta Grossa – PR	7
Lamat estruturas metálicas e Pré-moldados, Lages Imbituva, Pré-moldados Skopper.	Imbituva – PR	3

Quadro 2 – Cliente potencias

As cidades de Imbituva, Ponta Grossa e mais 25 cidades compostas por (Castro, Palmeira, Lapa, Arapoti, Campo do Tenente, Cândido de Abreu, Ipiranga, Jaguariaíva, Ortigueira, Piraí do Sul, Porto Amazonas, Reserva, Telêmaco Borba, Tibagi, Balsa Nova, Campo Largo, Carambeí, Imbaú, Ivaí, Rio Negro, São João do Triunfo, São José da Boa Vista, Teixeira Soares,

Sengés e Ventania) fazem parte da região dos Campos Gerais, assim esta região apresenta um cenário potencial de empresas que podem utilizar a areia descartada pela fundição em seu processo produtivo.

O Quadro 3 apresta os resultados sobre o consumo de areia pelas empresas da amostra.

Ramo de atividade	Cidade	Qtidade	M ³ /mês	R\$ M ³	Total M ³ R\$
Lajes Imbituva Fabricação de Outros Artefatos e Produtos de Concreto, Cimento, Fibrocimento, Gesso e Materiais Semelhantes	Imbituva	1	100	50,00	5.000,00
Lamat Pré-Moldados Fabricação de Casas Pré-moldadas de Concreto	Imbituva	1	100	50,00	5.000,00
Tubo Ponta Manilhas para esgoto e muros pré-fabricados.	Ponta Grossa	1	2000	42,85	85.700,00
Construtora Unisul Construtora e Projetos em pequenas e grandes estruturas.	Ponta Grossa	2	300	45,00	13.500,00
Lages Fortaleza Artefatos Lages e Pré moldados fabricação de Pilaretos ferro armado.	Ponta Grossa	1	100	42,85	4.285,00
Construtora Baggio Pré-moldados e concretos usinados	Ponta Grossa	1	80	42,50	3.400,00
Total		7	2680	45,53 (média)	116.885,00

Quadro 3 - Consumo de areia

Em relação aos dados coletados da amostra das empresas tanto de Imbituva quanto de Ponta Grossa, onde as empresas fabricam produtos sobre qual sua base de produção está no cimento e areia, as empresas apresentam uma média de consumo de 2.680m³ de areia virgem. Onde duas empresas relataram conhecer sobre a utilização da areia verde, mas não desejam utilizar em seus processos. As demais empresas mostraram interesse em fazer testes em alguns produtos, após a visita sobre qual foi comentado aos empresários das empresas da amostra que tem a existência de produtos ecologicamente sustentáveis.

Comparando com a quantidade de aproximadamente 461 m³ de areia verde ao mês descartada pela empresa de fundição no aterro industrial, com a quantidade consumida pelas empresas da amostra (clientes potenciais), estas apresentam um consumo mensal de 2.680 m³ conforme Quadro 3, de areia virgem utilizada em seus processos produtivos. O aterro industrial da empresa de fundição dos Campos Gerais a partir dos resultados de consumo pelas empresas da amostra poderá ser minimizado mensalmente.

Ressalta-se que consumo médio mensal de 2.680 m³ pelas empresas da mostra revelam um percentual de 431,34 % acima da quantidade de aproximadamente 461 m³ de areia verde ao mês descartada pela empresa de fundição no aterro industrial. Este consumo pelas empresas da amostra deveria ser de 100% da areia verde descartada.

Em relação as empresas da amostra, estas apresentam um consumo dos três tipos de areia (fina, média e grossa), a areia verde descartada no aterro industrial enquadra-se como fina. Assim, ressalta-se que a quantidade de consumo individual por empresa poderia ser menor que o apresentado no Quadro 3.

Dentre as seis empresas da amostra, quatro mostraram-se interessadas em utilizar a areia verde, primeiramente como teste, iniciando com um percentual de 10% a 15% do total consumo mensal (substituição da areia virgem pela areia verde), este teste seria para análise dessa nova matéria prima em seus produtos, como também a resistência em relação ao peso. Exemplo relatado por uma das empresas da amostra foi o de Mourões para verificação de possíveis trincas no material, apresentando um resultado dentro dos padrões de qualidade da empresa, esta estenderia para outros produtos, como os postes que suportam estruturas metálicas.

As empresas da amostra apresentam um custo médio de R\$ 45,53 por m³ de areia virgem media ou grossa e o valor de reembolso em torno de R\$ 61,00 reais por m³ de areia verde do aterro industrial de fundição, as empresas da amostra deixariam de ter este custo de matéria-prima de R\$ 45,53 por m³ de areia virgem e a empresa de fundição creditaria R\$ 61,00 por m³ de areia verde utilizada do aterro industrial da empresa de fundição para seus clientes potenciais. Tem-se como hipótese a partir deste resultado, melhorias a serem implementadas nas empresas.

Ambas partes seriam beneficiadas, a empresa do exemplo pelo receberiam em torno de R\$ 61,00 reais por m³ de areia verde do aterro industrial da empresa de fundição e, a empresa de fundição pela minimização de seu aterro industrial, o qual apresenta um custo do resíduo descartado de R\$ 57,43 o m³ mensal.

Os resultados apresentaram também como benéfico para a empresa de fundição, além da minimização do aterro industrial, o qual está com capacidade limitada, não havendo necessidade de um novo aterro industrial.

5. Considerações finais

O processo produtivo da empresa de fundição dos Campos Gerais tem como passivo a areia verde, descartada em aterro industrial da empresa e fiscalizado pelo IAP. As regulamentações governamentais mais recentes estão restringindo está cômoda prática, devido ao impacto nocivo sobre o meio ambiente e suas consequências danosas à sociedade.

A empresa de fundição necessita minimizar o seu aterro industrial, devido este ter sua capacidade limitada e custos elevados. A pesquisa bibliográfica revelou estudos realizados com a reutilização da areia verde substituindo a areia virgem na fabricação de produtos de petipave, construção, pré-moldados, recapeamento em asfalto, blocos cerâmicos, e até em concreto.

Para estudar o fenômeno areia verde e responder aos objetivos da pesquisa, a realidade presente em uma fundição dos Campos Gerais, Paraná, a pesquisa possibilitou identificar os potenciais clientes, empresas localizadas na cidade de Ponta Grossa e Imbituva, as quais utilizam areia em seu processo produtivo precisam ter licença do IAP e autorização Ambiental e também o cadastro na empresa de fundição. Conclui-se que as cidades de Imbituva e Ponta Grossa, e mais 25 cidades da região dos Campos Gerais apresenta-se um alto potencial para a utilização da areia descartada pela empresa de fundição em seu aterro industrial.

À pesquisa realizada com 4 empresas da cidade de Ponta grossa, e 2 empresas da cidade de Imbituva, destas 6 empresas, 4 estariam interessadas em utilizar a areia verde em seus produtos, sendo estas do ramo de construção civil , artefatos de concreto e cerâmicas.Com a reutilização da areia descartada no aterro industrial, onde ambas as partes serão beneficiadas, sendo assim os potenciais clientes com a redução de custos no seu processo e a empresa de fundição com minimização do aterro industrial, o qual está com capacidade limitada, não havendo necessidade de um novo aterro industrial

Esta potencial região apresenta-se como solução para a minimização do aterro industrial da empresa de fundição, como também de ordem econômica e social, pois ao reutilizar este resíduo poderá realizar a venda do seu produto com preço mais acessível.

Esta pesquisa apresenta como sugestões futuras identificar todos esses possíveis clientes existentes na região dos Campos Gerais e conscientiza-los sobre a reutilização da areia verde e mostrar resultados de testes já realizados em produtos explanados por artigos científicos do tema e também as empresas que se dispuseram a usar esta areia de descarte citado neste artigo.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FUNDIÇÃO.** *Manual de Regeneração e reuso de areias de fundição.* São Paulo, 1999.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** *NBR. 10004: Resíduos sólidos.* Rio de Janeiro, 2004.
- ADEGAS, R.G.; BERNARDES, A.M.** *Avaliação do gerenciamento das areias geradas nas fundições de ferro do estado do Rio Grande do Sul, Brasil.* Revista da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler. Fepam em Revista, Porto Alegre, v.2, n.1, Jan. /Dez.2008. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/fepamemrevista/downloads/Revista_2008_BAIXA.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2015.
- BIOLO, S.M.** *Reuso do resíduo de fundição areia verde na produção de blocos cerâmicos.* 2005.162 f. Dissertação. (Mestre em Engenharia) - Programa de pós-graduação, Escola de Engenharia. Universidade Federal do rio Grande do Sul, Porto alegre. Dez.2005. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/5947>>. Acesso em: 30/04/2015.
- BONET, I. I. et al.** *Valorização do resíduo areia de fundição (RAF).* 2002.
- CARNIN, R. L. P.; SILVA, C. O.; POZZI, R. J.; JUNIOR, D. C.; FOLGUERAS, M. V.; MALKOWSKI, W.** *Desenvolvimento de peças de concreto (Paver) contendo areia descartada de fundição para pavimento intertravado.* Revista Pavimentação, 2010. Disponível em: <http://www.tupy.com.br/downloads/guesser/Desen_Artefatos_Pavers_AreiaDesc_Fund.pdf>. Acesso em: 06 abr. 2015.
- CASOTTI, B. P.; BEL FILHO, E. D.; CASTRO, P. C.** *Indústria de fundição: situação atual e perspectivas.* BNDES Setorial. n. 33, Mar. 2011. p. 121-162
- DANTAS, J. M.** *Montagem, Comissionamento e Operação de um Sistema de Recuperação de Areia de Fundição: Regenerador Térmico* - Plano de Trabalho da Fase II. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – São Paulo. Nov. 2003. Disponível em: <<http://bdtd.ibict.br/>>. Acesso em: 01 maio 2015.
- FAGUNDES, A. B. et al.** *Caminhos para a Sustentabilidade do Setor de Fundição no Brasil.* Revista GEPROS, n. 2, p. 27, 2012.
- GIL, A. C.** *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.* 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- KLINSKY, L. M. G.** *Proposta de reaproveitamento de areia de fundição em sub-bases e bases de pavimentos flexíveis, através de sua incorporação a solos argilosos.* 2008. 189 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil: Transportes) - Universidade de São Paulo – Escola de engenharia de São Carlos. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18143/tde-07082008-162426/pt-br.php>>. Acesso em: 06 abr. 2015.
- LAKATOS, E. M; MARCONI, M. A.** *Fundamentos de metodologia científica.* 7 ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- OLIVEIRA, D. F.** *Caracterização dos finos de areia de uma fundição e sua incorporação em argamassa de cimento.* 2014.
- PENKAITIS, G.** *Impacto ambiental gerado pela disposição de areias de fundição: Estudo de caso.* 2012. 92 f. Dissertação (Mestre em Ciência Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental (PROCAM), Universidade de São Paulo, São Paulo.2012. Disponível em: <www.teses.usp.br/teses/disponiveis/90/90131/tde.../GabrielaPenkaitis.pdf>. Acesso em: 08/04/2015.