

GED – Inovação, Engenharia e Tecnologia.

## **PROJETO: ECOTINTA**

Projeto apresentado a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo, como parte requisitos exigidos para concorrer ao Prêmio 21° Prêmio FIESP de Mérito Ambiental na categoria Indústria de micro porte.

Cubatão/SP, 20/03/2015.

## 1. INTRODUÇÃO

A grande quantidade de resíduos gerados pelas indústrias de fertilizantes no Brasil e no mundo, bem como seus impactos causados no meio ambiente, torna-se cada vez mais necessária a realização de estudos e pesquisas que possibilitem a redução, reciclagem e reutilização desses resíduos.

Neste contexto, existe um resíduo de especial atenção. Co-produto ou sub-produto das indústrias de fertilizantes, este material é conhecido como fosfogesso (gesso químico). É gerado a partir da produção do ácido fosfórico, matéria prima para a produção de fertilizantes fosfatados (Canut, 2006).

Segundo levantamento bibliográfico, para cada tonelada do insumo ácido fosfórico produzido gera-se de 4 a 6 toneladas do resíduo fosfogesso (Canut, 2006). Por conta disso, no Brasil, a produção deste resíduo chega a mais de 4,5 milhões de toneladas por ano (Mazzili, 2000 apud Canut, 2006). As principais fábricas de produção de ácido fosfórico por via úmida estão localizadas nas Regiões Sudeste (Uberaba – MG - 675.000 t/ano, Cubatão – SP - 128.000 t/ano, Cajati – SP - 180.000 t/ano) e Centro-Oeste (Catalão). Não obstante, estima-se que no Brasil haja cerca de 160 milhões de toneladas deste material disponíveis para utilização (Promon, 2011).

Por conta desse grande índice de geração, o mercado atual não está sendo capaz de reutilizá-lo como deveria. Atualmente, somente, 15% do fosfogesso gerado no mundo é reciclado. Os restantes 85% são dispostos em geral sem tratamento (Tayibi et al., 2009). Entre suas reutilizações estão: materiais para construção de pré-moldados, tais como: blocos, pisos, placas para forros e divisórias; fabricação de cimento; complemento de adubação e condicionador de solo.

Em alguns empreendimentos espalhados pelo mundo tem sido praticada a disposição direta do fosfogesso nos oceanos, mas procedimentos como este não estão sendo mais aceitos e já vêm enfrentando restrições para a concessão de apoio financeiro por órgãos internacionais. No Brasil sua

disposição é feita em pilhas a céu aberto, o que envolve atividades de custo significativo tais como preparo do terreno de acordo com as resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), manuseio do material com a ajuda de pás carregadeiras, tratores e caminhões basculantes (Promon, 2011). Já do ponto de vista

ambiental este tipo de disposição pode ocasionar nas contaminações da atmosférica, solo e água subterrâneas.

Nesse cenário, a reutilização desse resíduo como matéria prima e alternativas para a obtenção de novos produtos, em especial os da construção civil vem ganhando grande importância no mercado mundial, pois de uma forma geral, influencia diretamente na redução do consumo de matérias primas virgens, redução do passivo ambiental, enquadramento nas legislações ambientais vigentes, melhora nos níveis

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Realizar pesquisa e desenvolvimento de uma inovadora forma para reciclagem do resíduo fosfogeno.

### **2.2. Objetivo específico**

- Caracterizar o fosfogeno;
- Produzir tintas acrílicas a partir do fosfogeno;
- Realizar análises preliminares de qualidade das tintas produzidas, custo de produção e avaliação do mercado;
- Aplicar as tintas produzidas em ações sócio-ambientais revitalizações de áreas públicas.

## **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **3.1. Fosfogeno**

O processo de produção do fosfogeno se dá através de dois tipos de processos industriais, o térmico e o úmido, (Rutherford, 1993 apud Santos, 2002).

De forma genérica, o processo por via térmica utiliza energia elétrica através da redução do fosfato de cálcio pelo coque em presença de sílica a altas temperaturas, para produzir fósforo elementar, que posteriormente é oxidado à  $P_2O_5$ , o qual reage

com água formando ácido fosfórico de alta pureza. (Rutherford, 1993 apud Santos, 2002).

O processo por via úmida é o mais aplicado nas indústrias de fertilizantes. Segundo Becker, 1989, este processo representa de 90% das instalações de produção de ácido fosfórico no mundo. Sua produção consiste basicamente na dissolução do concentrado de rocha fosfática, por ácidos fortes, destacando-se atualmente o uso do ácido sulfúrico. (Rutherford, 1993, apud Santos, 2002). Em função das diferentes temperaturas de reação, o fosfogesso produzido via úmida pode apresentar três diferentes formas: di-hidratado, hemi-hidratado e anidro.

Segundo Ortiz (1997), citado por Matos 2011, as diferenças básicas entre os três processos são as concentrações de ácido fosfórico resultante, a velocidade de dissolução da rocha fosfática e o processo de filtração.

### **3.2. Classificação**

Segundo a NBR 10004 o fosfogesso é classificado como resíduo sólido de classe II B, considerado como um resíduo inerte (ABNT, 2004).

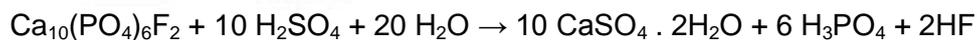
### **3.3. Caracterização**

De uma forma geral, o fosfogesso é composto principalmente por gesso, ou seja, sulfato de cálcio dihidratado ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) que tem como impurezas: fluoretos, fosfatos, matéria orgânica e minerais como Alumínio e Ferro, metais pesados e radionuclídeos (Luther et al., 1993). Essas impurezas fazem a

diferença entre o gesso e o fosfogesso, além de causar restrições ambientais ao descarte e aplicações do fosfogesso. (CANUT, 2006).

O ácido fosfórico é um produto intermediário empregado na fabricação de fertilizantes fosfatados tais como o MAP, DAP e TSP. Este insumo é obtido através de um processo conhecido como rota úmida. Uma das etapas desta rota envolve a reação da rocha fosfática (obtida em minas) com ácido sulfúrico em meio aquoso, gerando ácido fosfórico e o subproduto fosfogesso (Promom, 2011).

O processo de produção pode ser definido através da Equação (1) abaixo (Malavolta, 1992 apud Canut, 2006).



Sendo que,

- **Ca<sub>10</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>6</sub>F<sub>2</sub>**: Apatita;
- **10 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**: Ácido sulfúrico;
- **20 H<sub>2</sub>O**: Água;
- **CaSO<sub>4</sub> . 2H<sub>2</sub>O**: Fosfogesso;
- **6 H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>**: Ácido fosfórico;
- **2HF** : Ácido fluorídrico.

O fosfogesso gerado no Brasil bem como a rocha mãe que dá origem ao resíduo, apresenta baixos níveis de radioatividade natural, abaixo do limite máximo fixado pela USEPA, segundo medições realizadas e objeto de citações em diversos trabalhos publicados (JACOMINO, 2003; SILVA, 2001; FREITAS, 1992; MAZZILI *et al*, 2000 apud Canut, 2006). O fato de a rocha fosfática brasileira ter alto teor do elemento tório pode explicar os baixos níveis de exalação de <sup>222</sup>Rn, ressaltando-se que o teor de radionuclídeos existentes na rocha é bastante influenciado pela característica geológica da mesma no local de sua extração. (Canut, 2006).

Segundo Mazzili (2005), citado por Canut (2006), a radioatividade medida no fosfogesso é da mesma magnitude das observadas nos fertilizantes, fato este que torna, viável o reaproveitamento do fosfogesso como insumo aplicável à construção civil.

No entanto, em virtude da pouca informação disponível sobre o fosfogesso produzido pelas indústrias brasileiras faz necessários estudos mais detalhados a respeito da caracterização radiológica do fosfogesso.

**Tabela 1.** Análises químicas do fosfogesso através de diferentes processo.

Fonte: Kouloheris, 1980 *apud* Matos, 2011.

Composição (%)	Fosfogesso di-hidratado (DH)	Fosfogesso hemi-hidratado (HH)	Fosfogesso Hemi-dihidratado (HDH)
CaO	32,50	36,90	32,20
SO <sub>3</sub>	44,00	50,30	46,50
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,65	1,50	0,25
F	1,20	0,80	0,50
SiO <sub>2</sub>	0,50	0,70	0,40
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,10	0,10	0,05
AlO <sub>3</sub>	0,10	0,30	0,30
MgO	0,10	-	-
H <sub>2</sub> O	19,00 (aproxim.)	9,00 (aproxim.)	20,00 (aproxim.)

### 3.4. Disposição

O descarte do fosfogesso no ambiente é um problema complexo e envolve questões de natureza econômica, ambiental e legislativa. As alternativas de descarte utilizadas são o lançamento em rios e oceanos ou a disposição em pilhas próximo às fábricas (Schultz et al, 1991).

A maneira de descarte mais adequada depende da disponibilidade e do custo de áreas apropriadas, bem como da localização das fábricas de ácido fosfórico e, finalmente, da legislação ambiental vigente.

A disposição em áreas próximas às fábricas é a forma mais comum de descarte do fosfogesso, e é frequentemente adotado em quase todo mundo. Nesta situação existem duas alternativas: “a úmido” ou “a seco” (Canut, 2006).

A disposição final realizada “a úmido” é a mais comum, onde o fosfogesso é descartado juntamente com a água residual da unidade industrial, na forma de polpa, através de bombeamento para lagoas de sedimentação, onde ele é decantado, e depois de seco é acumulado em pilhas em áreas especialmente destinadas para tal (Freitas, 1992 *apud* Canut, 2006), conforme mostra figura 3.

O processo de estocagem final do resíduo fosfogesso é sempre acompanhada de elevados gastos às empresas. A disposição em pilhas exige quase sempre, a disponibilidade de grandes áreas, que, dependendo do preço das terras, pode elevar

muito o custo da disposição (Freitas, 1992 apud Canut, 2006). Por exigência dos órgãos ambientais, deve ser realizado um projeto de impermeabilização bem como estrutural das pilhas, como forma de evitar possíveis acidentes no local. O monitoramento das pilhas através de profissionais especializados também se faz necessário. As áreas de estocagem, preferencialmente, devem estar localizadas próximas às fábricas, caso o contrário o gasto operacional pode ser até cinco vezes maior (Freitas, 1992 apud Canut, 2006).

Segundo a Resolução 307/02 do CONAMA (2002), o gerador deve garantir o confinamento dos resíduos após a geração até a etapa de transporte, assegurando em todos os casos em que seja possível, as condições de reutilização e de reciclagem.

De acordo com a Promon (2011), as fábricas foram implantadas há cerca de 20 anos em regiões onde a questão de ocupação de espaço com os depósitos de gesso não era um problema. Atualmente, com o crescimento das cidades nas vizinhanças destas instalações, as questões de imobilização e escassez de terrenos vêm se mostrando mais relevantes em função do avanço da urbanização ao redor das fábricas. Aliado a isso há as restrições ambientais para a construção deste tipo de bota-fora ditadas pelo risco que isso representa para os aquíferos subterrâneos presentes na região de influência.

As figuras de 01 a 06 abaixo mostram a disposição do fosfogesso em pilhas.



**Figura 01.** Coleta e transporte de fosfogesso a seco. **Fonte:** Matos, 2011.



**Figura 2.** Pilhas de fosfogesso estocada.

**Fonte:** Promom, 2011.



**Figura 03.** Lagoas de sedimentação disposto a úmido. **Fonte:** Fosfertil



**Figura 04.** Aterro de fosfogesso a céu aberto. **Fonte:** Blog Pet Civil – UFJF, 2011.



**Figura 05.** Pilhas e lagoas de sedimentação de fosfogesso em Cubatão/SP. **Fonte:** Google Earth, 2011.



**Figura 06.** Pilhas e lagoas de sedimentação de fosfogesso em Uberaba/MG. **Fonte:** Google Earth, 2011.

### 3.5. Aplicações do fosfogesso

Apesar da imaturidade de projetos e pesquisas relacionadas a reutilizações do fosfogesso, atualmente o número de estudos de novos campos de aplicações dentre as várias áreas vem aumentando, principalmente através das parcerias que estão sendo criadas entre as indústrias, empresas e grandes centros de pesquisas, como por exemplo, o projeto “Novogesso”, desenvolvido pela Inovamat, empresa criada no âmbito da USP de São Carlos em Parceria com a Fosfértil S.A., uma das principais empresas produtoras de fosfogesso do Brasil. No mesmo sentido, a Promom Engenharia, em 2011 lançou o desafio para todas as universidades do Brasil buscando a criação de produtos ou tecnologias em que o fosfogesso possa ser empregado.

Assim, segundo revisão bibliográfica, as aplicações encontradas atualmente são: na agricultura; indústria de cimento; construção civil (cerâmicas).

### 3.5.1. Aplicação na Agricultura

Lapido-Loureiro & Nascimento (2009) citado por Matos (2011) referem-se ao fosfogesso como um material que possui as propriedades de fertilizante e corretivo de solos, possuindo um maior potencial de consumo na prática da agricultura e pecuária (formação de pastagens). Segundo estes autores devido à composição típica do fosfogesso conter de 15 a 16% de enxofre e 19 a 27% de cálcio na forma de sulfato. Estes compostos, ao infiltrar-se no solo por meio da água da chuva é carregado até as camadas mais profundas, o que favorece uma absorção eficiente dos nutrientes, crescimento das raízes e redução da saturação de alumínio, permitindo assim ganhos de produção. A figura a seguir mostra um exemplo de aplicação do fosfogesso na agricultura.



**Figura 07.** Exemplo de aplicação do fosfogesso na agricultura. **Fonte:** Blog Pet Civil – UFJF, 2011.

### 3.5.2. Aplicação na indústria de cimento

Uma grande fonte de aplicação do resíduo fosfogesso é a indústria cimenteira. O consumo de fosfogesso por parte das indústrias cimenteiras nacionais chega a 1,7 milhões de toneladas por ano (Aquino, 2005 apud Canut, 2006).

Para ser aplicado na indústria cimenteira o fosfogesso necessita de um índice de acidez superior a 4 e um teor de ácido fosfórico ( $P_2O_5$ ) menor que 0,8%. Um alto pH pode contribuir para despassivação de armaduras em estruturas de concreto armado e

redução da resistência inicial dos concretos. Já o alto teor de  $P_2O_5$  contribui para o aumento do tempo de pega dos cimentos produzidos, (Canut, 2006).

Uma pesquisa desenvolvida no Instituto de Física da USP / São Carlos realizou testes estruturais com o fosfogesso. Segundo o Engenheiro Civil Wellington Kanno, os ensaios demonstraram que o material pode alcançar resistências de até 70 MPa, superior a do concreto de alta resistência (40 MPa) e concreto comum (20 MPa). O processo desenvolvido, batizado de UCoS – umedecimento, compactação e secagem –, gera elementos cerâmicos de alta resistência (Confea, 2009).



**Figura 08.** Vigota protendida de fosfogesso. **Fonte:** Confea, 2009.

### 3.5.3. Material de Construção Civil

O fosfogesso, devido à semelhança de suas propriedades física e química com o gesso, pode vir a ser substituído deste na fabricação de placas para forro, painéis, divisórias, blocos pré-moldados, pisos e revestimentos. Em diversos países como o Japão, devido à escassez de matéria-prima gipsita, o fosfogesso é naturalmente utilizado como gesso em materiais de construção. (Canut, 2006).

Em alguns países onde não são encontradas jazidas de gesso, o fosfogesso tem competido economicamente com esse mineral, como por exemplo no Japão onde o material já é utilizado como gesso inclusive na produção de artefatos para a construção civil (BARTL e ALBUQUERQUE, 1992 apud Canut, 2006).

Uma alternativa para a preservação das jazidas naturais de gesso e obtenção de um produto mais acessível é o uso do resíduo fosfogesso em substituição ao gesso natural, pois apresenta propriedades físico-químicas similares às do gesso



**Figura 09.** Prumo de alvenaria a base de fosfogesso (Novogesso). **Fonte:** Inovamat, 2012.



**Figura 10:** Blocos cerâmicos a partir de fosfogesso. **Fonte:** Inovação Tecnológica, 2008. Créditos: Inovamat.

### 3.6. Tintas

De modo geral, a tinta pode ser considerada como uma mistura estável de uma parte sólida (que forma a película aderente à superfície a ser pintada) em um componente volátil (água ou solventes orgânicos). Uma terceira parte denominada aditivos, embora representando uma pequena percentagem da composição, é responsável pela obtenção de propriedades importantes tanto nas tintas quanto no revestimento (Produção + Limpa, 2006).

A tinta é uma preparação, o que significa que há uma mistura de vários insumos na sua produção. A combinação dos elementos sólidos e voláteis define as propriedades de resistência e de aspecto, bem como o tipo de aplicação e custo do produto final (Produção + Limpa, 2006).

Existentes diversos de tintas, bem como: tintas a óleo, tintas plásticas, tintas texturizadas, tintas acrílicas, tintas de borrachas cloradas, tintas epoxi e entre outras. Dentre essas, as tintas acrílicas - foco deste trabalho acaba se destacando no mercado pela sua demanda de aplicação imobiliária.

De uma forma genérica as tintas acrílicas são compostas por: resinas, pigmentos, solventes, aditivos e cargas minerais.

## 4. RESULTADOS

Para o desenvolvimento da pesquisa, foram utilizados 16 produtos químicos necessários para produção das ecotintas, tais como: resina, dispersante, umectante, anti-espumante, bactericida, fungicida, pigmentos e entre outros segredos de processo. Para tanto, foi possível realizar uma nova reestruturação da química das tintas e incorporar até 40% de fosfogesso tratado na composição das mesmas.

### 4.1. Fosfogesso

O fosfogesso utilizado no projeto foi oriundo da empresa Vale Fertilizantes, localizada no município de Cubatão/SP, cujo seu processo de produção é a partir da via úmida e dihidratado, possuindo uma granulometria heterogênea em torno de 0,04 a 0,09 mm de diâmetro.

A coleta das amostras de fosfogesso se deu pela própria empresa, onde foi coletado e disponibilizado uma quantia de 40 kg do resíduo, distribuídos em dois sacos de 20 kg. As imagens de 11 a 14 abaixo mostram o fosfogesso utilizado no projeto.



**Figura 11.** Amostras de fosfogesso bruta, conforme sai do processo.



**Figura 12.** Consistência das amostras (úmida) utilizada no projeto.



**Figura 13.** À esquerda amostra de fosfogesso úmida e à direita amostra seca.



**Figura 14.** À esquerda amostra úmida à direita amostra seca e macerada.

#### 4.2. Testes e aplicações



**Figura 15.** Adesivo utilizado como molde tinta verde, para pintar o logo com as ecotintas.



**Figura 16.** Início da pintura com a que fora produzida.



**Figura 17.** Aplicação das tinta na cor cinza.



**Figura 18.** Retirada do adesivo-molde a após a secagem das tintas.



**Figura 19.** Logo pintado com a tinta ecológica.



**Figura 20.** Marca e embalagem de tinta criada.



**Figura 21.** Embalagem com a tinta.



**Figura 22.** Tela de amostragem com algumas das cores produzidas, juntamente com as latas personalizadas.

#### 4.3. Estudo de viabilidade econômica

Foi realizado um estudo de viabilidade econômica, elaborado com base no custo dos produtos químicos, quantidade destes produtos utilizados, embalagem, mão-de-obra, tributos fiscais e margem de lucro. Dessa forma,

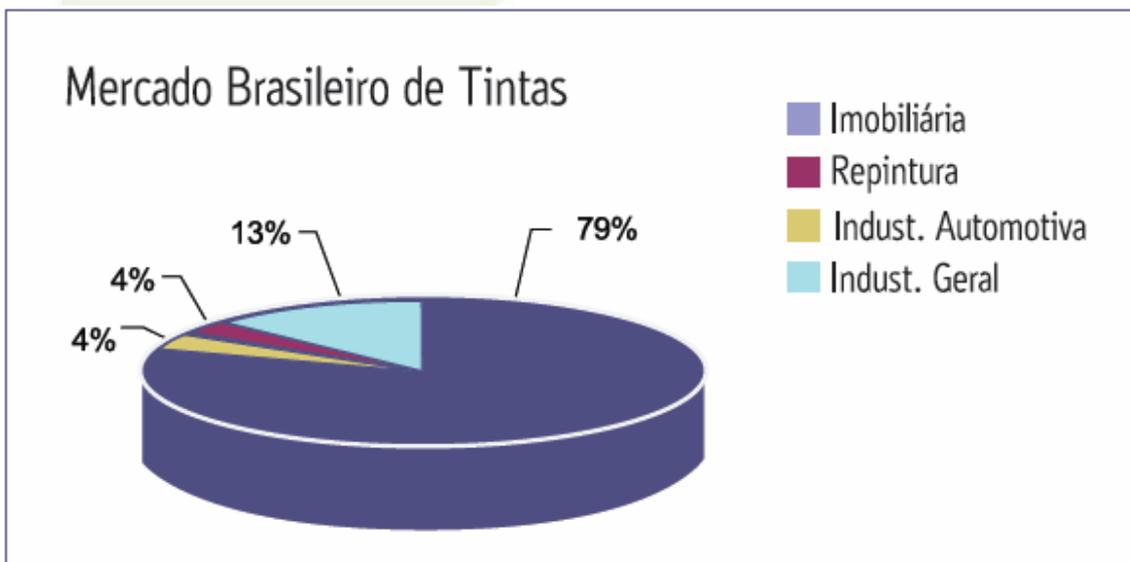
O estudo demonstrou que o total líquido para a produção das tintas acrílicas foram de R\$ 31,34 para as tintas de 18 L e R\$ 6,60 para as tintas de 3,6 L. Dessa forma, considerou-se uma premissa da margem de lucro de 40% do custo de produção.

Com base em uma pesquisa realizada com quatro marcas de tintas acrílicas convencionais (Suvinil, Coral, Sulan, Sherwin Williams) feitas em dez lojas distintas de Santos e Cubatão/SP, demonstrou que o valor de comercialização médio, ou seja, o preço que o consumidor final paga por essas tintas são aproximadamente: R\$ 50,00 (lata de 3,6 L) e R\$ 180,00 (lata de 18 L).

#### 4.4. Análise prévia de mercado

Segundo a Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas (ABRAFATI), o Brasil possui um dos maiores mercados mundiais para tinta, e também é um dos principais produtores mundiais, tanto na fabricação de tintas, como na de seus insumos.

Não obstante, segundo a empresa a empresa Água Química, empresa líder no mercado nacional de resinas e emulsões, o país é um dos 5 maiores mercados mundiais no segmento de tintas, tendo movimentado US\$ 3,03 bilhões em 2009 e produzido cerca de 1,232 bilhões de litros de tintas no mesmo ano. É um mercado muito grande e que tem muito potencial de crescimento ainda, uma vez que o consumo brasileiro de tintas per capita foi de apenas 7 litros por habitante, contra os mais de 20 litros/habitante que os principais países da Europa, Ásia e América do Norte apresentam. A maior fatia no mercado nacional está para o segmento imobiliário, conforme o gráfico abaixo:



**Figura 23.** Porcentagem das linhas de tintas no mercado brasileiro. **Fonte:** AMBRAFATI, 2011.

**Tabela 2.** Volume de produção de tintas (em milhões de litros), em suas diferentes linhas.

**Fonte:** AMBRAFI, 2011.

VOLUME (MILHÕES DE LITROS)					
ANO	Imobiliária	Repintura	Ind.Automotiva	Ind. Geral	TOTAL
2009	982	47	46	157	1.232
2008	975	49	48	171	1.243
2007	800	45	42	158	1.045
2006	741	40	40	147	968
2005	722	40	39	141	942
2004	701	37	37	138	913
2003	662	34	31	133	860
2002	663	33	30	131	857
2001	654	32	30	127	843
2000	653	30	28	119	830

Considerando um cenário mais atual, depois de uma pequena queda em 2009 e um pequeno crescimento em torno de 1,35 % nos anos de 2010 e 2011, as indústrias de tintas mantêm uma previsão de crescimento para 2012. A estimativa para este ano é de 1,434 milhões de litros, ou seja, 4,1% de incremento entre 2011 e 2012 (ABRAFATI, 2011).

Os fatores positivos como incremento da capacidade de crédito, aumentando o poder de compra das classes C-D-E poderá reativar o mercado, além das iniciativas como Minha Casa Minha Vida 2. (ABRAFATI, 2011).

Com o mercado sólido e promissor, a Suvnil, marca de tintas imobiliárias da BASF e líder no segmento Premium reforça sua consolidada posição de liderança no mercado brasileiro focada em três direcionadores de crescimento: inovação, sustentabilidade e investimentos. A nova estratégia da marca está pautada na estratégia global da BASF. (BASAF, 2011).

#### **4.5. Resultado das aplicações das tintas ecológicas em intervenções sócio-ambientais**

Para alcançar o objetivo proposto, dar visibilidade ao produto e principalmente contribuir socialmente e ambientalmente, a GED junto com as suas empresas parceiras e apoiadoras realizaram uma série de ações de revitalizações de praças, parques, escadarias e prédios públicos que antes estavam deteriorados, por meio da reatuação e pintura com a ecotinta.

Assim foram realizadas **seis** ações até a presente data (20/03/2015) na região de São Paulo e principalmente em Cubatão/SP, cidade mais impactada pelo resíduo. As ações contaram com a participação de 626 voluntários, sendo que grande parte desses são jovens que vivem no entorno das praças e locais que houveram as ações. Isso tudo gerou uma ampla repercussão nas redes sociais e grandes meios de comunicação (G1, Veja São Paulo, Jornal A Tribuna, Revista Empreendedor, Revista Época, TV Band, Rede Record, Globo e entre outras), as quais estão disponíveis no site da GED ([www.gedinovacao.com.br](http://www.gedinovacao.com.br)).

Além disso, para esse ano estão ano estão previstas a realização de mais 8 ações como essa. Portanto, seguem algumas imagens e links de vídeos com algumas dessas revitalizações.

As imagens de 24 a 28 a baixo, mostram a ação de revitalização da da Praça da Rua Praça Francisco Eleutério Pinheiro em Cubatão/SP. Além da pintura foram realizados o plantio de árvores e serviços de jardinagem. Conforme segue:



24.



25.



26.



27.



28. Reportagem disponível em: <http://g1.globo.com/sp/santos-regiao/jornal-tribuna-2edicao/videos/t/edicoes/v/estudantes-realizam-mutirao-em-praca-de-cubatao/3691317/>

As imagens de 29 a 44 a seguir mostra a ação de revitalização do Parque Cotia Pará abrange uma área de 500 mil m<sup>2</sup>, e está localizado às margens da Via Anchieta entre os quilômetros 55 e 56, e a dois quilômetros do centro da cidade. O local apresenta um mini zoológico, parque infantil, viveiros de pássaros, áreas de lazer com quiosques e churrasqueiras. Além disto, há também o Horto Municipal com animais silvestres, lago com diversas espécies de peixes, trilhas ecológicas e o Cristo Redentor. Trata-se de um dos maiores parques do Estado de São Paulo que se encontrava em estado precário de abandono e falta de manutenção.



29.



30.



31.



32.



33.



34.



35.



36.



37.



38.



39.



40.



41.



42.



43.



44. Vídeo disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=qoB62-J420Q>

As imagens de 45 a 49 mostra uma recente ação de revitalização da Escadaria da Rua Alves Guimarães, Pinheiros, São Paulo. Um espaço lindo e público que hoje não é utilizado apenas como caminho e sim também como área de lazer.



45.



46.



47.



48.



49.



50. Reportagem disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=eug0p3MiQfE>

Para finalizar a amostragem das ações de revitalização com a ecotinta, seguem as imagens 51, 52 e 53 que ilustram a ação de revitalização de prédios históricos, como esse localizado no Centro de Cubatão/SP, que hoje se localiza a sede da secretaria municipal de cultura.



51.



52.



53.

## 5. CONCLUSÃO

O objetivo de produzir uma inovadora forma de reutilização do resíduo fosfogesso foi alcançado, onde a alternativa proposta - produção de tintas acrílicas se mostrou de grande relevância, obtendo-se resultados satisfatórios de qualidade e economia.

No que diz respeito ao estudo de viabilidade econômica, os resultados demonstraram que o custo de produção das tintas ecológicas está muito abaixo dos congêneres. Este dado, aliado a um mercado de tintas sólido e promissor tornam-se informações imprescindíveis para a viabilidade do projeto.

Não obstante, com a crescente cobrança do mercado consumidor por produtos que sejam sustentáveis e ecologicamente corretos, até mesmo no mercado de construção civil, onde já se existem cimento, bloco e telha ecológica, as tintas ecológicas pode se tornar um atrativo e um diferencial competitivo.

Apesar da produção está sendo produzida em nosso laboratório em escala industrial piloto, com uma produção que varia em torno de 200 latas/mês, para suprir as demandas de pequenas encomendas e as ações socioambientais, planeja-se que até o final do terceiro trimestre de 2015 essa produção deva triplicar.

Em termos de qualidade como: poder de cobertura, durabilidade em longo prazo, índice de refração, as ecotintas produzidas se mostraram de excelente fixação e estética.

Para tanto, há necessidade de novas iniciativas públicas e privadas para a difusão, incentivo para a ampliação e comercialização da inovadora tinta ecológica, para que não fique apenas restrito às ações realizadas pela GED, como por exemplo, a criação de uma sinergia com as indústrias de fertilizantes e CDHU e para se utilizar a tecnologia apresentada em suas construções habitacionais populares, conforme está prevista em sua nova política de sustentabilidade - utilização de componentes sustentáveis em suas construções, e/ou aproveitar as indústrias de tintas da região para fomentar tal sinergia.

Por fim, destaca-se que essa inovação foi registrada e reconhecida sua propriedade de invenção em mais de 130 países que formam o Tratado Internacional em Matéria de Patentes (PCT).

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

RUTHERFORD, P.M., DUDAS, M.J.; SAMEK R.A. Environmental Impacts of Phosphogypsum. Sci. Total Environ., v.149, p.1-38, 1994.

CANUT, Mariana M. C. **Estudo da viabilidade do uso do resíduo fosfogesso como material de construção.** Dissertação de Mestrado, em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 16p 2006. Disponível em: <[http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/1843/ISMS6X6R77/1/disserta\\_\\_o\\_final1.pdf](http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/1843/ISMS6X6R77/1/disserta__o_final1.pdf)>. Acesso em: jan. 20012.

SANTOS, A. G. D. **Avaliação do impacto radiológico ambiental do fosfogesso brasileiro e lixiviação de  $^{226}\text{Ra}$   $^{210}\text{Pb}$ .** Dissertação de Doutorado, em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – Autarquia associada à Universidade de São Paulo. 10-11p. 2002. Disponível em: [http://pelicano.ipen.br/PosG30/TextoCompleto/Adir%20Janete%20Godoy%20dos%20Santos\\_D.pdf](http://pelicano.ipen.br/PosG30/TextoCompleto/Adir%20Janete%20Godoy%20dos%20Santos_D.pdf). Acesso em jan. 2012.

Promon Engenharia. **Desafio de desenvolver ideias, produtos ou tecnologias em que o fosfogesso possa ser empregado.** Concurso lançado em maio de 2011 através da Plataforma de Inovação Aberta – **Battle of Concepts Brasil**. Disponível em: <<http://www.battleofconcepts.com.br/pdf/PromonEngenharia.pdf>>. Acesso em: maio de 2011.

Tayibi, H.; Choura, M.; López, F.A.; Alguacil, F.J.; López-Delgado, A. **Environmental impact and management of phosphogypsum.** *Journal of Environmental Management*, V. 90, p. 2377-2386, 2009.

SOLER, J. G. M. ; RABELO, A. P. B. ; SILVA, N. C. . **Utilização do subproduto fosfogesso na construção civil.** *ibracon*, São Paulo, v. 01, p. 197, 2001. Disponível em: <<http://www.reciclagem.pcc.usp.br/ftp/Anais%20Comite%20CT%20206%20%20IV%20%20semin%C3%A1rio.pdf>>. Acesso em: jan. de 2012.

MATOS, T. H. C. **Caracterização hidro-mecânica do fosfogesso e das misturas solo-fosfogesso.** Dissertação de Mestrado em Geotecnia, Universidade de Brasília. 11—12-13-24p, 2011. Disponível em: <[http://repositorio.bce.unb.br/bitstream/10482/9699/1/2011\\_TubalHenriqueCandidoMato s.pdf](http://repositorio.bce.unb.br/bitstream/10482/9699/1/2011_TubalHenriqueCandidoMato s.pdf)>. Acesso em: jan. 2012.

FOSFÉRTIL. **Projeto fosfogesso: novas possibilidades para uso.** Disponível em: <<http://www.fosfertil.com.br/www/mda/modulos/conteudo/reInvestidores/riProjInvest/docs/PROJETO%20FOSFOGESSO.pdf>>. Acesso: jan. 2012.

BLOG PET CIVIL - UFJF. Reportagem: **Um novo material de construção civil, 2011.** Disponível em: <<http://petcivilufjf.wordpress.com/2011/05/28/>>. Acesso em: jan. de 2012.

CONFEA – Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. **Pesquisadores da USP tentam certificar o fosfogesso como material estrutural**, 2009. Disponível em: <<http://www.confea.org.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=7894&sid=10>>. Acesso em: jan. 2012.

INOVAMAT – Inovação em Materiais. **Blocos novogesso**, 2012. Disponível em: <[http://www.inovamat.com.br/detalhes.php?produto=blocosdonovogesso%AE&id\\_produto=2088](http://www.inovamat.com.br/detalhes.php?produto=blocosdonovogesso%AE&id_produto=2088)>. Acesso em: jan. de 2012.

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA. **Fosfogesso pode ser a solução para habitações populares**, 2008. Disponível em: <<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=fosfogesso-construcao-blocos-habitacoes-populares&id=010160081212>>. Acesso em: jan. de 2012.