

III-153 - ESTUDO AVANÇADO PARA USO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA INDÚSTRIA DO SURF COMO AGREGADO ALTERNATIVO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Paulo Eduardo Antunes Grijó (1)

Administrador de Empresas pela Universidade Santa Úrsula (USU/RJ). Pós Graduado em Propaganda e Marketing pela Escola Superior de Propaganda e Marketing (ESPM/RJ). Mestrando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina. Coordenador do Projeto Marbras et Mundi (Florianópolis – SC).

Endereço(1): Rua Isidoro Garcez 325 A – Rio Tavares – Florianópolis – SC – CEP 88048-444 – Brasil - Tel. (48) 232-6987 – Cel. (48) 9114-0986 - e-mail: paulosurfrecycle@aol.com ou pauloeduantunes@hotmail.com

Dra. Sandra Sulamita Nahas Baasch (2)

Engenheira Civil e Sanitarista pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Especializada em Saúde Pública (USP). Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade de Londres. Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Professora Orientadora pelo Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental (UFSC)

e-mail: sandra@ens.ufsc.br

RESUMO

A indústria do surf no Brasil e no mundo vem há mais de 30 anos gerando resíduos tóxicos e inflamáveis, em todos seus processos produtivos e pós-consumo, que são depositos em aterros ou "lixões", sem qualquer tipo de tratamento específico. Estes resíduos classificados pela NBR 10004 como Classe I são considerados perigosos, possuem alto valor agregado e prazos de decomposição elevadíssimos. Uma das possibilidades para recuperar estes dejetos seria utilizando-os como substituto parcial da areia média lavada, em traços de concreto, para produção de artefatos. Foi escolhido o produto bloco de vedação, para a realização deste estudo, com as seguintes dimensões: 14x19x39 cm, definidos pela NBR 7173 como Blocos de 15 cm nominais ou M-15, com 1 cm correspondente a espessura média da junta de argamassa. Foram aplicadas todas as prerrogativas desta norma para que a conformidade deste produto seja válida para uso na construção civil. A primeira parte da pesquisa foi detectar um maquinário que possibilitasse a trituração dos detritos em uma

granulometria semelhante à da areia média lavada. Foi selecionado um equipamento denominado moinho de corte PST 300x600, que beneficia os rejeitos com uma peneira de 2 mm e os transforma em material semelhante à areia utilizada na confecção de blocos de concreto para vedação. Espuma de poliuretano expandido rígido, resina de poliéster, peróxido de metil-etila, cobalto, pastas pne (pigmentos), monômero de estireno e fibra de vidro são materiais de custo alto, degradação complexa e utilizados amplamente na produção de pranchas de surf. O compósito destes materiais possui propriedades de isolamento termo-acústico e quando traçados junto com cimento Portland CP ARI V e areia transferem esta característica aos blocos, que proporcionarão vedação com este diferencial em edificações. Na continuidade desta investigação foi constatada a necessidade de se incorporar um elemento antichama, a fim de se anular a inflamabilidade e ser possível utilizá-lo com total segurança. O componente encontrado foi a alumina hidratada, que com a presença de fogo ou calor faz com que o bloco fique umedecido eliminando riscos e possibilidade de combustão e incêndio. Este trabalho é o segundo de uma série visando validar este produto e nesta ocasião foram empregados somente os resíduos de espuma de poliuretano expandido, a fim de se verificar a possibilidade de usá-lo como substituto parcial de agregado. Para avaliar a eficácia dos experimentos, as amostras elaboradas foram submetidas a ensaios de lixiviação, toxicidade aguda – com *Daphnia magna*, inflamabilidade, absorção e resistência à compressão. Este Estudo foi realizado com o objetivo de gerar informações preliminares para a criação de um modelo referencial de manejo, tratamento e destinação final desses resíduos, que venha a conjugar harmonicamente as variáveis ambientais, sociais e econômicas a fim de contribuir no processo de mudança de hábitos e comportamento, visando melhoria na qualidade da vida e do ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Recuperação de Resíduos Perigosos, Gestão Ambiental, Sustentabilidade, Ecoeficiência, Ecologia Profunda.

INTRODUÇÃO

A indústria do surf no Brasil movimentava US\$ 1,6 bilhões por ano (cerca de 0,14% do PIB 2001), com 600 empresas disputando cerca de 58.000.000 de consumidores potenciais. São produzidas aproximadamente 50.000 pranchas anualmente em nosso país, para cerca de 2.500.000 praticantes. Segundo essa pesquisa da Brasmarket realizada em 2000, o surf no Brasil é o segundo esporte mais praticado entre os homens, e o terceiro mais assistido na TV e a cada dia reunindo mais adeptos e com conseqüente aumento na geração de resíduos sólidos nos seus processos produtivos e pós-consumo.

O Projeto Marbras et Mundi vem desde 1999 identificando e pesquisando uma oportunidade inédita mundial neste segmento de mercado - a recuperação dos resíduos sólidos da indústria do surf (RSSu). Esta pesquisa detectou uma lacuna na história deste esporte. Para a produção de uma prancha de surf são desperdiçadas entre 50 a 70% de matéria-prima. Em média são utilizados 10,88 Kg de materiais diversos para um produto final de apenas 3,17 Kg. Estes dejetos possuem alarmantes e indeterminados prazos de decomposição e quando descartados sem um saneamento específico, tornam-se potenciais agentes de impacto ambiental e ameaça à saúde pública.

Após recente estudo estratégico realizado em quatro pólos surfísticos relevantes (Natal, Florianópolis, Rio de Janeiro e São Paulo) foi constatado que a capital de Santa Catarina reúne condições ideais para ser pioneira mundial ao estruturar uma unidade recuperadora dos resíduos industriais do surf. Nesta cidade a cultura deste esporte está inserida no cotidiano dos cidadãos, fato que propicia uma integração de forças sociais em busca de um equilíbrio entre as interferências humanas e as condições ambientais. Esta cidade, ao longo das últimas duas décadas, foi palco de diversos debates e iniciativas, envolvendo os mais diversos setores da sociedade civil organizada, com o intuito de promover e difundir mais qualidade de vida e conquistando neste aspecto o status da primeira capital do Brasil, segundo relatório da ONU de 1998.

Na Rio +10 a maioria dos países participantes concluíram que o processo de renovação ecológica mundial evoluiu de forma modesta e que nos resta muito a ser feito para serem solucionados os urgentes problemas ambientais que afligem o Planeta Terra. Uma minoria das nações presentes, ainda mantém como prioridade o desenvolvimento econômico sem relevar a questão da conservação ambiental. São muitos os desafios para a Agenda 21 superar, porém um dos mais urgentes consiste em implementar um gerenciamento adequado dos resíduos sólidos urbanos e principalmente industriais, pois o praticado hoje em dia é considerado obsoleto, proporcionando diversos prejuízos à saúde, ao meio ambiente e à economia. A busca ao desenvolvimento sustentável tem como mais emergente propósito um incentivo a uma mudança do comportamento da sociedade em relação ao lixo: não desperdiçar, separar, reduzir a geração e participar do processo coletivo contemporâneo de sanear resíduos, reutilizando, reciclando, recriando, recuperando, reaproveitando e multiplicando entre as pessoas, a idéia de que os rejeitos ao serem beneficiados após o consumo poderão se transformar em matéria-prima e resgatar seu valor econômico agregado novamente em uma cadeia produtiva e econômica. No Brasil, do total do lixo coletado, apenas 14% tem destinação adequada. O restante é depositado a céu aberto ou em cursos d'água (mais de 180.000 t/dia). Apenas 28% dos dejetos industriais no país são tratados. Uma pesquisa realizada pela Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos (ABETRE) revelou que dos 2,9 milhões de resíduos industriais gerados no Brasil, apenas 28% têm destino conhecido, ou seja, são tratados, destinados e dispostos adequadamente, sem causar danos ao meio ambiente. Os outros 72%, tem solução inadequada, o que acaba provocando sérias contaminações no solo e nas águas subterrâneas. Comprovadamente o lixo mal deposto provoca degradação irreversível dos recursos hídricos, transgressão paisagística, polui o ar e o solo, assorea rios e gera inundações. A gestão dos resíduos sólidos deveria ser pauta principal na política de segurança das nações, levando-se em consideração que mais de 5 bilhões de reais de materiais recicláveis são desperdiçados e enterrados por ano, somente em nosso país e que 80% dos leitos hospitalares no país derivam da falta de saneamento básico e uma deposição ineficiente dos descartes urbanos, rurais e industriais.

O processo produtivo para a fabricação de pranchas de surf gera uma gama de resíduos tóxicos, inflamáveis e com altíssimo valor agregado. Esta pesquisa vem desenvolvendo e aprimorando tecnologias para recuperar estes dejetos. Uma das metodologias identificadas é a substituição parcial de um agregado utilizado pela construção civil - areia média lavada, um recurso natural não renovável - para a produção de artefatos de concreto leve e de baixa densidade. O objetivo é desenvolver uma nova linha de pesquisa e intervenção para

identificar e aplicar uma metodologia para tornar sustentável todo o ciclo de vida do produto prancha de surf.

Foi estimada na Grande Florianópolis e arredores, no ano de 2001, uma produção de aproximadamente 14.000 pranchas de surf, gerando cerca de 107 toneladas de resíduos sólidos, que foram descartados em aterros ou "lixões" sem um tratamento adequado, considerando-se a periculosidade desses dejetos. Este material tem potencial para ser recuperado e re-processado como matéria-prima de segunda geração, retornando à cadeia produtiva e econômica, com a possibilidade de gerar oportunidades ao invés de ser enterrado. Iniciar, desenvolver e difundir este processo de geração e formatação de um inédito conhecimento científico é a missão primordial do Projeto Marbras et Mundi, que está sendo implementado por este autor nesta capital.

Esta metodologia poderá proporcionar custos evitados para a municipalidade como: coleta seletiva, transporte, transbordo e destinação final dos dejetos da indústria do surf, além de poder propiciar trabalho, geração de renda, recuperação de capital, valorização de materiais, minimização de impactos ambientais e de malefícios à saúde pública. Outro benefício almejado é a promoção institucional de um município que se disponha a ser pioneiro no mundo na gestão integrada dos resíduos sólidos da indústria do surf (RSSu), através de uma mobilização social em prol de um desenvolvimento humano que não gere interferências nocivas ao ambiente.

A seguir será mostrada a Tabela 1 resultado de minuciosa pesquisa de mercado junto a fábricas de insumos, fabricantes de pranchas de surf do Brasil, do mundo e revistas especializadas.

Tabela 1: Estimativa de Resíduos Sólidos do Surf - 2001

ITENS

MUNDO

BRASIL

FLORIANÓPOLIS

Produção de Pranchas

800.000

50.000

14.000

RSSu (ton)

6.093

381

107

US\$ (milhões)

121,86

7,62

2,14

Fonte: fábricas de pranchas, blocos de PU e matérias-primas do Brasil e mundo (2000-2001)

Surfer Magazine Janeiro de 1999 e Pesquisas Projeto Marbras et Mundi.

Us\$ 1= R\$2,50 (câmbio de 25/5/2001)

A GERAÇÃO DOS RESÍDUOS E SEUS DESDOBRAMENTOS

Para a produção de pranchas de surf diversos processos são empregados e em cada um deles uma gama de rejeitos são gerados. O bloco de poliuretano (PU) já vem de fábrica pré-moldado através da expansão do PU em formas diversas. O "shaper" (denominação da mão de obra que proporciona as dimensões da prancha) desenha o chamado "out-line" (forma final), que gera aparas longitudinais e latitudinais de PU. Em seguida, desbasta o bloco com plaina elétrica e lixações manuais ou com lixadeira elétrica e também usa o "surform", que é um equipamento de aço manual, cuja função é acertar pequenas falhas geradas pelo emprego das máquinas citadas. Nestas fases são descartados flocos e pó de poliuretano. Em seguida o bloco já com a forma final ("shape") é pintado com tinta vinílica aspirada e após secagem é revestido com fibra de vidro e uma mistura de resina de poliéster, peróxido de metil-etila (catalisador) na primeira camada e nas três restantes também se incorpora a uma nova mistura, monômero de estireno, cobalto (acelerador) e parafina bruta, que tem a função de proporcionar mais transparência e diluição da resina com o propósito de obter um melhor acabamento. Os estabilizadores das pranchas, denominados de "quilhas" são produzidos separadamente e com um compósito semelhante ao do revestimento inicial. Tanto no revestimento como na produção de quilhas são gerados dejetos em forma sólida e particulada dos compósitos dessas duas misturas. Verificou-se que existe uma necessidade emergente de se proporcionar um processo de gestão ambiental na indústria do surf, a fim de se minimizar o consumo de água, energia e geração dos resíduos. Este método fabril poderá ser redimensionado para gerar menos rejeitos, mas torna-se impossível elimina-los. No processo produtivo das pranchas de surf muito poderá ser feito para minimizar o desperdício de materiais e recursos financeiros. Está sendo desenvolvida uma metodologia de gestão ambiental desta indústria paralelamente a este estudo, visando que todo o ciclo de vida do produto prancha de surf não venha a gerar impactos ambientais e malefícios à

saúde pública. É preciso então propiciar um destino final saudável destes dejetos e daí surge a perspectiva de se implementar uma unidade recuperadora dos resíduos não elimináveis em um município costeiro piloto, com o objetivo posterior de uma progressiva prospecção geográfica ao nível nacional e também mundial. No início das pesquisas foi levantada a hipótese de se promover a recuperação dos RSSu "in-situ", ou seja, na própria planta industrial do processo produtivo gerador dos resíduos, mas se torna inviável aplicar recursos financeiros em máquinas e equipamentos nas diversas oficinas, além da ausência de área física disponível nestes locais. Diante deste quadro foi criado um projeto desta unidade satélite denominada CecorRes (Centro Comunitário de Recuperação dos Resíduos da Indústria do Surf) com a perspectiva de atender a todo o mercado da Grande Florianópolis e arredores, com um investimento reduzido. Este processo foi iniciado nesta capital com a realização de Fóruns de Debates, para avaliar a destinação final dos RSSu. Nestas ocasiões, uma grande parte dos fabricantes deste município, formalizaram parceria com o Projeto Marbras et Mundi, através da assinatura de uma carta de adesão e todos concordaram que a aplicação desta metodologia é uma necessidade para tornar sustentável este processo fabril e o produto prancha de surf. Devido a uma reduzida escala na geração desses resíduos, projeta-se incorporar resíduos similares de outras indústrias, no processo de recuperação dos RSSu, com o propósito de formalizar parcerias com empresas que gerem resíduos similares a fim de fomentar a gestão integrada de diversos resíduos perigosos de distintos segmentos de mercado.

Abaixo será apresentado um inventário de resíduos (Tabela 2) relacionando-os ao respectivo processo produtivo que os originou, seu valor agregado estimado e sua classificação, segundo a NBR 10.004.

Tabela 2: Resíduos Sólidos da Indústria do Surf (RSSu)

SUB-PROCESSO FABRIL

COMPOSIÇÃO DO RSSu

CLASSIFICAÇÃO

CUSTO ESTIMADO

Shape (forma final)

Aparas, flocos e pó de Poliuretano.

Tóxico e

Inflamável

R\$ 50,00/ Kg

Pintura

(Air Brush)

Fita crepe com tinta vinílica.

Tóxico e poluente

R\$ 3,00/Kg

Laminação

Fiapos de fibra de vidro - 4 e 5 oz, borras de

Compósito 1 (resina

de poliéster, peróxido de metil-etila) e restos de papel de seda.

Tóxico

Inflamável

Poluente

R\$ 13,00

em média

por Kg

Surform

Pó de compósito 1.

Tóxico e inflamável

R\$ 13,00/Kg.

Hot Coat

Borras de compósito 2 (resina de poliéster, peróxido de metil-etila, monômero de estireno, cobalto e parafina bruta).

Tóxico e inflamável

R\$ 13,00/

Kg

Produção e colocação de quilhas

Compósito 1 (borra e solidificado), fiapos e retalhos de fibra de vidro.

Tóxico e inflamável

R\$13,00 / Kg

Lixa seca

(Sand)

Pó de compósito 2 e

Lixas usadas.

Tóxico, inflamável

e poluente

R\$ 13,00 / Kg

Glass

Borra de compósito 2.

Tóxico e inflamável

RS 13,00 / Kg

Lixa d'água

Pó de compósito 2 e lixas.

Tóxico, inflamável

e poluente

R\$ 13,00 / Kg

Polimento

Pano com resíduos de pasta para polimento.

Tóxico e inflamável

R\$ 7,00 / kg

Outros

Fita crepe com borra de compósito 1 + EPI.

Tóxico e inflamável

R\$ 9,00 / kg

Outros

Instrumentos e

recipientes contamina

dos com dejetos.

Tóxicos e inflamáveis

R\$ 5,00 / kg

Fonte: Oficinas de Pranchas, Pesquisas Projeto Marbras et Mundi e mercado Florianópolis

Observações:

EPI (Equipamentos de Proteção Individual - máscaras e luvas).

As borras se transformam rapidamente em "gel" e após 4 horas se solidificam.

MOLDAGEM DOS BLOCOS

Após a realização de experiências preliminares foram dimensionados dois traços distintos, e cada um com um percentual específico de substituição da areia média lavada por resíduos de poliuretano. Em seguida foram realizados testes iniciais produzindo pequenos corpos de prova, a fim de se estabelecer uma mistura com resíduos, agregados e agregantes, de forma que não alterasse as propriedades físicas de um traço de concreto para a produção de blocos de vedação e com 2,5 Mpa de resistência à compressão mínima.

Denominamos de T1 e T2, os traços que substituíram respectivamente 17% e 7% da areia média lavada de uma mistura usual, por resíduos de poliuretano gerados na produção de uma prancha e triturados numa granulometria média de 2mm, pelo moinho de corte PST 300x600.

Para a execução deste estudo foi formalizada uma parceria entre este pesquisador e a Blocus Pré-Moldados, com o intuito de se utilizar as máquinas e equipamentos desta empresa, pois foi verificada a boa qualidade dos produtos lá confeccionados. O processo da moldagem foi feito através de uma máquina Besser – Vibrapack V3-12, uma vibrocompactadora totalmente automatizada, que após programação, separa, mistura e compacta as proporções exatas de água, aglomerados e aglomerante, para produção de 4 blocos a cada operação, que dura em torno de 10 minutos (seleção de materiais e mistura). A compactação em si gasta cerca de 10 segundos. Este equipamento possui uma capacidade de processamento de massa bruta máxima de 2.800 Kg e mínima de 200 Kg. Os materiais foram transportados em todo o processo por esteiras helicoidais, passando por silos de materiais, misturador e chegando finalmente a esteira seletora para a vibrocompactação.

OS MATERIAIS

Na seqüência será exibida a Tabela 3, com os materiais utilizados para este experimento e suas respectivas dosagens. O cimento Portland ARI, que é o mais recomendado para a produção de artefatos de concreto foi utilizado assim como a areia industrial (resíduo da extração mineral), areia fina lavada, pedrisco, aditivo plastificante, elemento anti-chama (alumina hidratada), resíduos de poliuretano e água.

Tabela 3: Constituição dos Traços

MATERIAIS EMPREGADOS

Traço T1

peso (g)

Traço T2

peso (g)

Cimento Portland CP ARI V

25.000

25.000

Resíduos de PU

35.000

31.500

Areia Industrial

70.000

72.000

Areia Fina Lavada

40.000

41.500

Pedrisco

17.000

19.000

Alumina Hidratada

5.000

5.000

Aditivo Plastificante

100

100

Água (@ 8%)

15.300

15.500

MASSA BRUTA

207.400

209.600

METODOLOGIA

Utilização de Resíduos como Agregado Alternativo na Produção de Blocos de Concreto

Tecnologia de reciclagem por moenda ou pulverização dos materiais excedentes, transmutados de dejetos em matéria-prima nobre, não renovável e com alto valor agregado. É um método de reaproveitamento de materiais extremamente versátil e com amplo alcance de aplicação. Envolve a moenda do material residual em um pó fino (granulometria 2 mm), que então é traçado com cimento Portland V ARI, areia industrial, areia média lavada, pedrisco e aditivo plastificante. As pesquisas e ensaios estão centrados em validar um bloco de concreto de vedação, com emprego de materiais recicláveis (resíduos industriais do surf), alternativos (como a areia industrial) e de segurança (elemento antichama alumina hidratada) para que os produtos de segunda geração econômica venham a produzir um novo compósito diferenciado dos já existentes no mercado buscando sucesso comercial e validação pelo INMETRO e ABNT, caso o produto final desta pesquisa atenda de forma integrada os aspectos ambientais, sociais e econômicos envolvidos nesta investigação.

Adaptamos o traço utilizado em experimentos preliminares com o padrão do maquinário utilizado neste experimento. Após pesagem, os materiais foram sendo adicionados ao misturador na seguinte ordem: areia fina lavada, pedrisco, areia industrial, resíduos de PU (substituindo parcialmente a areia média), alumina hidratada (elemento antichama), aditivo plastificante e cimento Portland CP ARI V, em uma dosagem de 1:12 (cimento:agregados). Após dois minutos a massa ficou homogênea e um sensor eletrônico dosou a água com uma proporção de aproximadamente 8% nos traços T1 e T2. A mistura final foi transportada por um recipiente metálico até uma esteira que alimentou gradativamente a compactadora, a cada 10 segundos, com material suficiente para produzir 4 blocos por operação. Finalizada a compactação os blocos foram para uma câmara de secagem por 16 horas. Foram produzidos cerca de 25 blocos por traço, totalizando 50 unidades, quando normalmente esta mesma massa em peso confeccionaria uma média de 15 unidades por mistura ou 30 no total.

Foi verificado que o traço rendeu mais que o esperado, pois a densidade do resíduo é muito mais baixa do que a da areia gerando aumento do volume da massa, além de tornar o bloco mais leve que o convencional. Abaixo na figura 1, uma foto dos blocos de vedação produzidos com dejetos da indústria do surf incorporados.

Figura 2: Bloco Produzido

Bloco M-15 (NBR 7173)

Os blocos de concreto com resíduos de poliuretano, batizados de ECO I (T1) E ECO II (T2) foram estudados e ensaiados, após os 28 dias necessários para a cura do cimento e visando obter as seguintes características: absorção média máxima de 8%; dimensões modulares; conformidades de acordo com as normas NBR 7184, NBR-12117, NBR-12118 e NBR 7173 da ABNT; resistência à compressão mínima de 2,0 MPa; tolerâncias dimensionais das faces planas de +2mm a -2mm e umidade menor do que 40% da absorção máxima.

RESULTADOS

A intenção deste estudo é gerar conhecimento científico para a produção de blocos de concreto com resíduos de poliuretano incorporados. Este produto será testado também para se verificar seu potencial de proporcionar conforto termo-acústico, com o intuito de ser validado um bloco de concreto com um diferencial de mercado. No processo de gestão ambiental na indústria do surf desenvolvido por esta pesquisa foi detectado que é possível minimizar a geração dos resíduos, mas não eliminá-los. Os dejetos não elimináveis poderão servir, após conclusão desta pesquisa, para matéria-prima de segunda geração econômica na confecção destes artefatos de concreto. A seguir serão apresentados, de forma sintética, os resultados dos ensaios realizados: resistência mecânica, absorção, inflamabilidade, lixiviação e toxicidade aguda.

I) RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO

Data – 11/12/2002

Local – Blocaus – Biguaçu - SC

Equipamento – Prensa Hidráulica EMIC com capacidade de 120.000 Kgf

Tabela 4: Resultados do Ensaio de Resistência a Compressão

Blocos

Normal

7% (ECO I)

17% (ECO II)

Peso (g)

12.380

10.560

7.220

Carga ruptura

39.600 Kgf

46.040 Kgf

22.000 Kgf

MPa

7,1

8,3

3,9

Procedimentos:

secar durante 6 horas os blocos em estufa;

colocar os blocos na prensa e corrigir desníveis;

proceder a prensagem;

anotar ponto de ruptura;

cálculo da resistência em MPa (Mega Pascal) pela fórmula abaixo descrita.

II) ABSORÇÃO

Data – 19/12/2002

Hora – 17:00 horas

Local – Blocaus

Tabela 5: Resultados do Ensaio de Absorção

PESO DO BLOCO ECO I (17%) SECO (g)

PESO DO BLOCO ECO II (7%) SECO (g)

PESO DO BLOCO

ECO I (17%) SATURADO (g)

PESO DO BLOCO

ECO II (7%) SATURADO (g)

ABSORÇÃO MÁXIMA ECO I (17%)

ABSORÇÃO MÁXIMA ECO II

(7%)

6.810g

12.280g

8.960 g

13.160 g

(7,1%)

(31%)

Procedimentos:

blocos na estufa durante 6 horas;

pesagem dos blocos;

imersão em tanque d'água por 24 horas;

retirada do tanque;

escorrer excesso d'água;

nova pesagem (20/12 – 17:30 horas);

cálculo da absorção média pela fórmula

III) INFLAMABILIDADE

Data – 17/01/2003

Local – LARESO - UFSC

Equipo – Quimis (aparelho de vaso fechado)

Procedimentos:

destorroar 100g dos blocos para transformar os flocos em um pó

peneirar com malha de 0,5mm

inserir na cuba de bronze

cuba vai para o aparelho

a chama –piloto em contato com a amostra vai gradativamente aumentando a temperatura

introduzir de minuto a minuto um termômetro para auferir a temperatura

uma hélice movimenta as amostras com rotação de 100 rpm

acender a chama-piloto

anotar as temperaturas

Observações:

A 45o, 50o, 55o, 60o, 65o, 70o, 75o, 80o, 85o, 90o, 95o e 100o C, as amostras dos blocos ECO I (17%) e ECO II (7%) não produziram chama alguma;

acima de 1000°C a alumina hidratada reagiu com o calor umedecendo as amostras, ao ponto de inibir a chama-piloto.

IV) LIXIVIAÇÃO

Data – 6/2/2003

Hora – 16:20 horas

Local – LARESO - UFSC

Equipamento – Jar-Test

Tempo de Ensaio – 24 horas

Adaptação – o ensaio de lixiviação foi realizado sem o ácido acético com o objetivo de não interferir no ensaio seguinte (toxicidade aguda).

Procedimentos:

destorroar as amostras (7% e 17%);

passar o material por uma peneira de 9,5 mm;

100g de cada amostra com 2 litros de água deionizada;

calibrar pHmetro – solução tampão pH 4,0 (S1035.08 BI) e pH 7,0 (S1036.08BI);

aferir pH (pHmetro ORION 210 A – com eletrodo);

colocar o material por 24 horas no equipamento Jar Test – onde pás metálicas ficaram mexendo a amostra solubilizada em água a 30 rpm – segundo norma da EPA;

aferir pH (7/2/2003);

filtrar amostras (500 ml 7% e 500ml 17%) para o LABTOX (UFSC) com membrana de acetato (OE 67) com malha de 0,45m m num conjunto de filtração;

filtrar com filtro qualitativo (diâmetro de 150mm) para separar o sólido do líquido (material encaminhado para avaliação em espectrômetro de infra-vermelho com o objetivo de avaliar o desempenho do produto sob o ponto de vista ambiental;

secar as amostras sólidas;

encaminhar os respectivos efluentes (ECO I e ECOII) para ensaio de toxicidade aguda, realizado no Laboratório de Toxicidade da UFSC (temperatura de 250 C).

Abaixo segue a Tabela 5 com os produtos do ensaio de lixiviação.

Tabela 5: Produtos do Ensaio de Lixiviação

Amostra

pH 6/2

Destino

pH 7/2

17%

11,39

LABTOX (toxicidade)

11,26

17%

11,49

IMA (espectômetro)

11,24

7%

10,09

LABTOX (toxicidade)

9,62

7%

10,38

Ima (espectômetro)

9,80

V) TOXICIDADE AGUDA

Os efluentes dos resíduos dos blocos ECO I e ECO II, extraídos do ensaio de lixiviação foram encaminhados para analisar a toxicidade aguda, com o objetivo de verificar seus respectivos potenciais de impactos ambientais. Este método consiste na exposição de indivíduos jovens de *Daphnia magna* (um crustáceo) em várias concentrações do possível agente tóxico, por um período de 48 horas. Tal procedimento permite determinar a CE50 (concentração efetiva média), que venha a causar efeito agudo (imobilidade) a 50% dos organismos em 48 horas de exposição. É realizado em duas etapas. Um teste preliminar para estabelecer o intervalo de concentrações a ser utilizado posteriormente no teste definitivo, que serve para determinar a CE50.

Data – 14/2/2003

Local – LABTOX - UFSC

Tempo de Ensaio – 48 horas

Tabela 6: Resultados dos Testes de Toxicidade Aguda com *Daphnia magna*

Tipo de Efluente

CE50 48 horas

% diluição sem efeito

FD sem efeito

ECO I – 7%

45,54%

33,3

3

ECO II – 17%

47,325

33,3

3

Observação:

- Segundo portaria 017/02 FATMA de 18/4/2002 o limite máximo de toxicidade aguda para *Daphnia magna* (Fator de Diluição=FD) para este tipo de efluente é 2.

DISCUSSÕES

Os blocos de concreto com resíduos de poliuretano foram ensaiados após os 28 dias necessários para a cura do cimento. No primeiro ensaio realizado - resistência a compressão - foi possível constatar que as duas formulações experimentadas na produção dos blocos ECO I e ECO II apresentaram resistências individuais superiores a 2,0 MPa segundo exigência da norma NBR 7173 da ABNT.

Esta norma também prescreve que os blocos M-15 tenham uma absorção individual de no máximo 15%. No ensaio de absorção, submetido aos blocos produzidos, foi viável verificar que apenas a formulação que substituiu 17% da areia média lavada atendeu ao padrão exigido por esta normalização.

No teste de inflamabilidade os blocos além de não produzirem chama, possibilitaram a observação da eficácia do elemento antichama, que acima de 100o C deixou a amostra úmida, inibindo a chama-piloto do aparelho.

Após transcorridas seis horas do ensaio de lixiviação, os materiais se dissociaram e pela diferença de densidade os resíduos de poliuretano ficaram flutuando na superfície, enquanto que os detritos minerais repousavam no fundo do recipiente. Houve uma variação maior no pH das amostras dos blocos ECO II (7%).

O ensaio de toxicidade aguda com *Daphnia magna* indicou uma toxicidade não recomendável, para destinação final destes detritos em um aterro sanitário. São rejeitos que deverão ser depositos em aterros específicos habilitados para receber e tratar resíduos industriais de Classe I.

Analisando de forma macro, os desdobramentos potenciais da implementação de uma unidade recicladora dos resíduos da indústria do surf em município costeiro piloto, são projetados os seguintes benefícios coletivos:

- a) sociais - geração de empregos, promoção social, resgate da cidadania e redução de conflitos sociais;
- b) econômicos - geração de renda, minimização de gastos públicos, geração de recursos econômicos a partir da transformação de resíduos em insumos e eliminação do desperdício financeiro de materiais com alto valor econômico agregado;
- c) ambientais - saneamento inédito de resíduos tóxicos e inflamáveis depositos até o momento em aterros e lixões; difusão de uma consciência ecológica; colaboração efetiva no processo de sustentabilidade e otimização da utilização de recursos naturais não renováveis;

d) científicos - validar as tecnologias em desenvolvimento assim como os produtos decorrentes da aplicação desta, no INMETRO e mercado consumidor; produção pioneira de conhecimento científico a respeito de recuperação dos RSSu;

e) políticos - Santa Catarina será referência mundial na tecnologia de saneamento dos RSSu e Florianópolis a primeira cidade no planeta a realizar um gerenciamento adequado dos RSSu ao instalar uma unidade para promover esta atividade.

f) comportamentais – as ações já realizadas vêm promovendo uma conscientização ambiental dentro de um segmento de mercado jovem e que possui um forte potencial de difundir em outros setores da sociedade civil organizada, uma mentalidade de desenvolvimento que não interfira negativamente no ambiente e no homem.

CONCLUSÕES

Este estudo visa alcançar benefícios singulares para o Estado de Santa Catarina e município de Florianópolis, pois esta iniciativa comunga com os preceitos contidos na Agenda 21, tão necessários para o futuro saudável do Ecossistema da Ilha de Santa Catarina, planeta Terra e gerações vindouras, para a solução de um problema ambiental e financeiro, que se prolonga há mais de 30 anos na indústria do surf. Uma inédita contribuição à conservação do meio ambiente e à otimização dos processos fabris do produto "prancha de surf", pois toda indústria que gera poluição ou toxicidade pode e deverá ser redimensionada, a fim de se evitar prejuízos à saúde pública e ao meio ambiente.

Após a Revolução Industrial, a humanidade trocou uma vida simples e equilibrada por uma gananciosa e apegada a valores materiais. A faminta caça ao lucro exagerado cegou os empresários, que iniciaram um desenvolvimento explorador e assassino da fauna e flora. A extinção de espécies, o desmatamento desenfreado e a poluição dos sagrados mananciais do elixir da vida, nossa santa água de cada dia, eram meras balelas para os inescrupulosos exploradores do homem e da natureza. Este desenvolvimento predatório gerou para a sociedade contemporânea degradação ambiental e injustiça social, e os efeitos desta nefasta causa já são sentidos em nossa pele: diminuição da camada de ozônio; clima mundial alterado; escassez de água potável; florestas dizimadas; rios e mares poluídos; ecossistemas degenerados; legião de desempregados e miseráveis; hipócrita distribuição de renda; valores distorcidos e falta de ética; doença espiritual; violência urbana ou simplesmente um caos mundial. Quantas montanhas de dinheiro e energia foram e são gastas pela raça humana para desenvolver sondas cósmicas, computadores de última geração, armas destrutivas, empreendimentos megalomaníacos, clones, luxúria em demasia e quantas não foram para manter o meio ambiente saudável? Realmente não são forças positivas que imperam neste sistema e consideramos uma miopia e contra senso a alta tecnologia não investir já, agora, em desenvolvimento sustentável e regeneração ambiental, para a nossa própria saúde, pois destruir a natureza caracteriza nosso futuro suicídio.

Valorizar resíduos de materiais provenientes de recursos naturais não renováveis é um emergente desafio para a humanidade neste início de milênio, considerando-se a escassez de áreas para aterramento de dejetos e a necessidade inadiável de preservação dos

Ecossistemas, através do estabelecimento de uma ecoeficiência nos processos produtivos e um conseqüente desenvolvimento sócio-econômico sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

WIEDMAN, Harmut, Lixo na Alemanha. Agência Federal de Meio Ambiente da Alemanha - UFF, 1999,

Niterói-RJ.

TORO, José Bernardo WERNECK, Nísia Maria Duarte, Mobilização Social "Um modo de Construir a

Democracia e a Participação". Ministério de Meio Ambiente – ABEAS, UNICEF, 1997, Brasília-DF.

CALDERONI, Sabetai, Os Bilhões Perdidos no Lixo. Ed. Humanistas, 1999, São Paulo-SP.

CAPRA, Fritjof, Pertencendo ao Universo. Ed. Cultrix/Amaná, 1998, São Paulo-SP.

MITCHELL, Ernest. Reciclagem de Poliuretanos. UFRGS, Porto Alegre-RS, 1998

MANO, Eloísa, Polímeros Como Materiais de Engenharia, Ed. Edgar Blücher, Rio de Janeiro-RJ 2000.

VILAR, Walter Dias, Química e Tecnologia de Poliuretanos. Ed. Vilar Consultoria, Rio de Janeiro-RJ, 1999.

LORA, Electo, Prevenção e Controle da Poluição nos Setores Energético, Industrial e de Transporte. Ed.

ANEEL, Brasília-DF, 2000.

CAPRA, Fritjof, Gerenciamento Ecológico, Ed. Cultrix, 1999, São Paulo-SP.

VERÇOZA, Enio, Materiais de Construção, Editora Sagra, Porto Alegre-RS, 1975.