



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO - CTC**



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
AMBIENTAL**

**ALTERNATIVAS DE RECUPERAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS
GERADOS NA PRODUÇÃO DE PRANCHAS DE SURFE**

PAULO EDUARDO ANTUNES GRIJÓ

Área de Concentração: Planejamento de Bacias Hidrográficas

Orientadora: Prof^ª. Sandra Sulamita Nahas Baasch, Dra.

Co-Orientador: Prof. Marcos Lopes Dias, Dr.

Florianópolis, SC

2004

**ALTERNATIVAS DE RECUPERAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS
GERADOS NA PRODUÇÃO DE PRANCHAS DE SURFE**

PAULO EDUARDO ANTUNES GRIJÓ
Administrador de Empresas

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Área de Concentração: Planejamento de Bacias Hidrográficas

Orientadora: Prof^a Sandra Sulamita Nahas Baasch, Dra.

Florianópolis, SC

2004

ALTERNATIVAS DE RECUPERAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS
GERADOS NA PRODUÇÃO DE PRANCHAS DE SURFE

PAULO EDUARDO ANTUNES GRIJÓ

Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina, para obtenção do grau de:

MESTRE EM ENGENHARIA AMBIENTAL

na Área de Planejamento de Bacias Hidrográficas.

Aprovado por:

Prof. Dra. Sandra Sulamita Nahas Baasch
(Orientadora)

Prof. Dr. Marcos Lopes Dias
(Co-Orientador)

Prof. Dr. Denis Moledo Abessa

Prof. Dr. Armando Borges de Castilho
(Coordenador)

Florianópolis – Santa Catarina – Brasil
Março de 2004

FICHA CATALOGRÁFICA

GRIJÓ, Paulo Eduardo Antunes. Alternativas de Recuperação dos Resíduos Sólidos Gerados na Produção de Pranchas de Surfe - Florianópolis, SC, 2004. (138) p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, UFSC, 2004.

Orientadora: Sandra Sulamita Nahas Baasch

Defesa: 31 de Março de 2004

Dedicatória

*Dedico este trabalho para todos aqueles,
que abreviaram sua passagem pela Terra,
por não agüentarem tanta injustiça,
desigualdades sociais e opressão.
Luz, Paz, Saúde, Amor e Progresso!*

Agradecimentos

À Divindade e a todos Reinos da Natureza, pela dádiva da vida, pelas suas belezas e mistérios, por serem a fonte da minha inspiração e razão pela qual existo. Ao Urso Marinho, fiel companheiro canino das horas difíceis e solitárias, que com sua dignidade, percepção e amor incondicional nos confortou e estimulou.

Aos meus familiares, especialmente Maria Judith Antunes Tandler, Luiz Tandler, Ana Cristina Rebollo Vieira di Lucia, Matheos Antunes di Lucia, Nicholas Antunes di Lucia, Mariana Antunes di Lucia, Fausto Ricardo Antunes Grijó, Antonio Cláudio Antunes Grijó, Fausto Cardona Grijó, Lincoln Tandler, Luiza Seselgis Tandler, Louise Tandler e Marta Vieira Lucia, que foram meus cúmplices em toda a minha jornada neste planeta. Aos meus mentores Jacques Yves Cousteau, Richard Bach e Antoine Saint Exupèry.

Aos professores Sandra Sulamita, Marcos Lopes Dias, Eloísa Mano, Denis Abessa, Armando Borges de Castilhos, Douglas Antunes, Maria Zanin, Eliana Hinds, Hélio Wiebeck, Adílson Santiago, Thyrsa Pires, Harrysson, Elói Melo, George de Moraes, Edison Talarico, Ângela Brognoli, Claudia Hickenbick, Maria Angélica Marin, Rebeca Prado Garcia, Jacques Demajorovic, Silvia Fazzolari, que com seus conhecimentos, boa vontade e dedicação foram os responsáveis por transformarem um sonho em uma importante e necessária linha de pesquisa. À bolsista Gabriela Couto pelo apoio e sugestões apropriadas. Aos ex-alunos da turma 2002/2 de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública I, a CAPES, aos colegas da Secretaria e Curso do PPGEA, do LARESO, do LIMA, e especialmente ao Maurício Paiva, Taís, Elivete Prim e Nico.

Aos amigos e familiares que partiram: José Funari Lucia; Karen Seselgis Tandler; José Cláudio Cavalcanti da Fonseca; Selmo da Silva; Haroldo Pereira Travassos, pela sua valiosa contribuição no estudo geomorfológico marinho; Roberto Valério, pelo seu exemplo de vida, sua enorme dedicação e contribuição para o progresso do surfe brasileiro e seu admirável talento nas ondas monstruosas e ao professor Hélio de Brito Costa, que apoiou muito esta pesquisa e colaborou de forma significativa para sua fundamentação.

Aos amigos Wagner e Patrícia Tebet, Abílio, Simone e Gustavo Fernandes, Gui e Cris, Alexandre de Sonis, Tchelo, Alexandre e Ana Marta, Bruna e Bruno da Silva, Karin e Augusto, Mônica e Sandra, Gabriel (Modenesi e Pereira), Paulo Bergantini, Marcos Rossi, Fábio e

Aurora, Guga Arruda, Fábio Gouveia, Renan Rocha, Ricardo Bocão, Picuruta, Pedro Falcão, Lelot, Reginaldo Ferreira, Jefferson Lopes, Guilherme Freitas, Nêu, Lis (ONDA), Glen, Guil e Paulo, Xandi, Espiridião Amin e Sérgio Sachet, Flavia Orofino, Mário Gesser, Sérgio e Adriano (SEBRAE), Tamara e Fabrícia (FAPEU), Nedel, Clóvis, aos especiais colegas de turma Carlos Eduardo, Samuel, Débora, Fernanda e Maria. Agradeço à cooperação de todos e sou eternamente grato às ondas marinhas, pela satisfação e oportunidade de vivenciar sua magia, encanto e poder.

*"Se você treme de indignação perante a uma injustiça no mundo, então somos
companheiros".*

(Ernesto Che Guevara)

"O Capitalismo sobreviveu ao Comunismo: só lhe resta agora devorar a si mesmo".

Charles Bukowski

*"Afinal a escolha é nossa... Não podemos mais aceitar os conselhos daqueles que dizem que
deveríamos atulhar nosso mundo com produtos químicos venenosos; temos que olhar à nossa
volta e procurar um novo caminho".*

Rachel Carson

*"Aprendemos a voar como pássaros e a nadar como peixes mas não
aprendemos a conviver como irmãos".*

Martin Luther King Jr.

*"Após décadas de sofrimento, violência e opressão, a alma humana anseia por coisas mais
elevadas, mais afetuosas e mais puras, do que as oferecidas pelos hábitos atuais de vida no
Ocidente, introduzidas pela
revoltante invasão publicitária, pelo estupor da TV e pela música intolerável. É justo que a
vida humana e as atividades sociais tenham como objetivo único a expansão material? É
permissível que tal expansão seja promovida em detrimento de nossa integridade espiritual?
Se o mundo não chegou ao seu final, chegou agora a maior virada de sua história, igual em
importância à da Idade Média para a Renascença. Isso exigirá de nós uma retomada
espiritual. Teremos que despertar para uma visão mais elevada, para um novo sistema de vida
em que nossa natureza física não seja amaldiçoada como foi na Idade Média mas, mais
importante, que nossa espiritualidade não seja pisoteada como o é em nossa era".*

Alexander Solzhenitsyn

RESUMO

A indústria do surfe 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 depositados em aterros ou “lixões” sem qualquer tipo de tratamento específico. Estes resíduos classificados pela NBR 10.004 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 à 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 consistiu na busca de um maquinário que possibilitasse a trituração dos detritos em uma granulometria semelhante à da areia média lavada. Foi identificado 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 utilizados amplamente na produção de pranchas de surfe, porém são constituídos de substâncias tóxicas, de custo alto e degradação complexa. O compósito destes materiais possui propriedades de isolamento termo-acústico; e quando traçado 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 assim possibilitar seu uso 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. Esta fase do trabalho foi desenvolvida visando validar este produto, e para isso foram empregados somente os resíduos de espuma de poliuretano expandido, a fim de verificar a possibilidade de usá-lo como substituto parcial do agregado. Para avaliar a eficácia dos experimentos, as amostras elaboradas foram submetidas a ensaios de lixiviação, toxicidade aguda, com *Daphnia magna*, inflamabilidade, absorção, resistência à compressão e espectrometria de infravermelho. Das duas formulações utilizadas, apenas a T1 obteve desempenho positivo nos ensaios de absorção, resistência e inflamabilidade. O material lixiviado foi considerado tóxico, porém na espectrometria as amostras não apresentaram toxicidade. Este estudo foi realizado com o objetivo de gerar informações preliminares para a criação de um modelo referencial de manejo, tratamento e destinação final destes resíduos, que venha a conjugar harmonicamente as variáveis ambientais, sociais e econômicas, com o intuito de contribuir no processo de mudança de hábitos e comportamento, visando melhoria da qualidade de vida e do ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Recuperação de Resíduos Perigosos Gerados na Produção de Pranchas de Surfe, Gestão Ambiental, Sustentabilidade, Eco eficiência, Ecologia Profunda.

ABSTRACT

In Brazil and in the the world, the surf industry has been producing flammable and toxic waste for over 30 years, along their productive process and post consumption slep these residues are disposed in landfills or open dumps without proper sanitary treatment. These toxic wastes are classified by the Brazilian Standards (NBR 10.004), as class I residues, which are considered dangerous and have a long degradation time. However these residues presents potential to be re-used, having aggregated value. One of the possibilities to reuse these residues would be using them as a partial substitute for washed sand, in concrete traces, for producing concrete blocks. In this study, it was decided to use the residues for producing “sealing off-block”, with the following dimensions: 14x19x39 cm, defined by NBR 7173 as M-15 blocks, with one centimeter corresponding to the mean thickness of cement mortar’s construction joint. All prerogatives from this code was applied in order to validate the conformity of this product for civil construction. The first part of this research aimed to detect proper machinery that allowed the detritus in an effective size grain similar to washed medium sand. The equipment identified as cutting mill PST 300x600 was considered adequate to benefit the detritus with a sieve of 2mm, and turn them into a material similar to the sand used in the manufacture of sealing off blocks. Foam of expanded low density polyurethane’s (PULD), polyester resin, peroxide of methyl ethyl, cobalt, pigments, styrene monomer and fiber glass widely used on the production of surfboards are considered toxic substances, with high cost and complex degradation. The composite originated by pooling these materials presents thermal-acoustic insulation properties. Besides when it is traced with Portland cement PC ARI V and sand, it transfers these characteristics to the blocks, which will offer a differential thickness in construction. During this investigation, it was evidenced the need of including an ant flame element, in order to avoid flammability and make possible its use as a safety material. Hydrated alumina was found to be the adequate component for this purpose. In presence of fire or heat, it generates moisture, eliminating risks and the possibility of combustion and fire. This work was developed aiming to validate this product. In this study, residues of polyurethane foam were used in order to verify the possibility of using them as a partial substitute of the aggregates. To support the efficacy of these experiments, the elaborated samples were submitted to tests for leaching, acute toxicity with *Daphnia magna*, flammability, load-bearing resistance, absorption and infrared spectrometry. Of the two formulations used only the T1 had a positive performance in the samples. The material leached was considered toxic, but in the sample of spectrometry did not demonstrate toxicity. The aim of this study was to generate preliminary information to the establishment of a referential pattern of handling, treatment and final destination of these residues. Economical, social and environmental variables were considered in order to contribute with the process of changing habits and behavior, searching to the improvement of environment and life quality.

KEY WORDS: Hazardous Surfboards’ Waste Industry Recovery, Environmental Management, Sustainability, Eco-Efficiency, Deep Rooted Ecology

1 APRESENTAÇÃO

O Movimento Associativo de Reciclagem Brasileira no Surfe e no Mundo (Marbras et Mundi) é uma iniciativa do surfista e Administrador de Empresas com Pós-graduação em Marketing, Paulo Eduardo Antunes Grijó, que foi acolhido como um projeto de pesquisa por dois centros técnico-científicos renomados nacionalmente, a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Na UFSC, foi desenvolvido um modelo referencial de produção sustentável a fim de minimizar o consumo de água, energia elétrica e geração de resíduos, além da recuperação dos dejetos não elimináveis do processo fabril das pranchas de surfe, sob orientação da Professora Sandra Sulamita Nahas Baach, - Doutora em Gestão Ambiental. No Instituto de Macromoléculas – UFRJ – foram coletadas informações científicas e tecnológicas com o Professor Marcos Lopes Dias (co-orientador) – Doutor em Ciência e Tecnologia de Polímeros – para a manipulação das transformações necessárias, visando uma fiel consecução do trabalho de recuperação de resíduos realizado nesta pesquisa.

É válido salientar que este gerenciamento ecológico proposto para a indústria do surfe partiu de um envolvimento comunitário com este segmento de mercado, através de ações participativas, e ainda, que o conhecimento científico para a recuperação de resíduos similares já existe desde o final da década de 80, o que caracteriza a pesquisa como tecnológica, pois se utilizou da adaptação e aplicação de métodos já pesquisados e desenvolvidos anteriormente.

Adequar necessidades de mercado com a racionalização e a otimização dos processos produtivos e do produto prancha de surfe, visando promoção social, transparência econômico-financeira, valorização de materiais, excelência ambiental para o esporte como um todo e compromisso conservacionista com o habitat que nos permeia foi a meta e o principal foco deste processo de pesquisa.

Desde 1976, este pesquisador vem vivenciando o surfe e trabalhando com pequenas e grandes fábricas de pranchas, fabricantes de matérias-primas, como blocos

de poliuretano (PU), resina de poliéster; fibra de vidro e outros. Quando trabalhava na Clark Foam (filial brasileira de uma fábrica multinacional de blocos de PU ou *plugs* – matéria-prima básica para a produção de pranchas de surfe) em 89 e 90, participou de um processo de “redução” do consumo de PU como insumo, através da criação de moldes mais justos, onde menos material fosse demandado, reduzindo o tempo de transformação deste bem na fase de *shape* (forma final da prancha) e, conseqüentemente, minimizando a descarga de rejeitos no ambiente. Desta experiência surgiu a idéia de recuperar os resíduos sólidos do surfe (RSSu), e na época foi sugerido à direção daquela empresa um embrião do que hoje se transformou no Projeto Marbras et Mundi.

1.1 Histórico do projeto Marbras et Mundi e ações de educação e conscientização ambiental

Em 1985, ao fabricar pranchas de surfe com um amigo, uma das tarefas era a de gerenciar o lixo da oficina. De imediato, foi observado o impressionante volume de resíduos gerado e a forte toxicidade, que causavam incontáveis alergias cutâneas e respiratórias nos trabalhadores envolvidos. Em poucos meses de contato com estes dejetos, ficou decidido que não seriam mais descartados pelo sistema convencional de coleta e sim estocados em nossas instalações. Em menos de um ano uma sala ociosa foi tomada por uma grande quantidade de aparas, flocos e pó de poliuretano, além de resina de poliéster e fibra de vidro. A identificação da dimensão do problema causou perplexidade devido à falta de opções para uma destinação final correta destes rejeitos. Nesta ocasião, surgiu um vislumbre empírico para aproveitar de alguma forma este material residual.

A oficina estava localizada numa casa em construção, na qual a sala de *shape* não possuía piso com acabamento e tinha um desnível de aproximadamente 0,50 m abaixo do restante da edificação. A fim de eliminar os dejetos acumulados, associado com a falta de verba para comprar material de construção, os resíduos foram transformados em um material que substituiu parte da areia utilizada usualmente, sendo então traçado com cimento, para fazer o piso da oficina. Neste acontecimento

economizou-se cimento e areia, além dos dejetos terem sido encapsulados. Na semana seguinte, a vizinha do andar inferior trouxe um presente, em gratidão pela ausência repentina do ruído da plaina. Ela relatou que o barulho praticamente havia cessado, pois sua sala ficava exatamente embaixo da sala de *shape* e com isso foi constatado *in loco* o potencial de isolamento acústico deste material. Na seqüência foi contatado um músico que estava construindo um estúdio de gravação e foram oferecidos os rejeitos, para formar uma camada de isolamento entre uma parede de alvenaria e outra de madeira, com o propósito de substituir as tradicionais placas de espuma amplamente utilizadas para comprimir o som e não permitir sua dispersão para o ambiente externo. Esta segunda experiência surtiu bons resultados, pois segundo o músico o nível das gravações ficara ótimo. O desconforto com a geração destes rejeitos tóxicos foi o responsável pela decisão pessoal em parar de fabricar pranchas de surfe e passar a confeccionar capas de viagem para pranchas de surfe e windsurfe.

Em 1988, a Bennett Foam entrou no mercado brasileiro e quebrou um monopólio de vinte anos da Clark Foam. Em menos de um ano a Bennett conquistou cerca de 40% do mercado da Clark. Diante desta nova conjuntura, a diretoria da firma mais antiga contratou pela primeira vez em sua história um grupo de surfistas para promover o desenvolvimento da sua linha de produtos, com o objetivo de recuperar parte da fatia de mercado perdida pela atuação da concorrência. Esta equipe foi formada inicialmente por Eduardo Faggiano (Cocó) na gestão nacional, Neco Carbone em São Paulo e este autor convidado em seguida para realizar o mesmo trabalho no Rio de Janeiro. Foi iniciado um processo de relações públicas, com o objetivo de se levantar informações junto aos fabricantes de pranchas, a fim de se identificar as deficiências do produto.

Os principais problemas detectados foram: a quantidade de material residual, que na época girava em torno de 85%, a colagem da longarina (uma espécie de coluna vertebral do *plug*, feita de madeira, para promover mais resistência mecânica), muito incipiente, e por fim um sub aproveitamento das resinas que geram o produto. Normalmente, para a produção de um bloco eram gastas uma ampola de polioliol e outra de di-isocianato (resinas para produção do PU), mas por medidas de economia ilusória,

a empresa passou a utilizar duas ampolas de cada para produzir 3 blocos, ao invés de 2, que seria o normal. Como resultado, os blocos eram expandidos com menos resina e conseqüentemente as suas células ficavam mais abertas e a resistência mecânica diminuía consideravelmente, a ponto de acontecerem regressões – distorções indesejáveis e significativas na forma final da prancha – anteriormente ao *shape* e, em muitos casos, o problema acontecia com a prancha pronta, antes mesmo de ser utilizada.

Esta deficiência da Clark Foam propiciou uma veloz penetração da Bennett Foam no mercado brasileiro, e muitos problemas para o setor mercadológico e vendas da empresa. As questões foram solucionadas da seguinte forma: foi construída uma nova mesa de colagem de longarina, com mais pontos de fixação; eliminou-se do processo fabril a falsa economia de química e foi elaborada uma nova linha de *plugs*, mais justos e adequados ao biotipo do atleta brasileiro, além da introdução de três novas formulações com diferentes densidades e aplicações. Com isto, a taxa de desperdício foi minimizada para cerca de 60%. O tempo de produção de uma prancha foi reduzido, ficaram mais resistentes, otimizadas e menos onerosas. Assim, uma grande parte dos clientes retornou e apesar de ter sido gasto apenas oito meses entre identificar e implementar as soluções do problema, a diretoria da Clark solicitou novas intervenções.

No processo inicial surgiu a oportunidade de tomar conhecimento do grau de toxicidade e inflamabilidade deste material, tendo sido iniciada uma pesquisa científica para de alguma forma reaproveitar este resíduo e não enterra-lo, como vem sendo feito até hoje. Produziu-se um protótipo de PU reciclado, utilizando resina virgem e material residual e foi feito um *shape* nesta amostra, com o intuito de sensibilizar a diretoria e implementar um projeto de recuperação do poliuretano associado a uma promoção institucional e de vendas da Clark, junto aos seus clientes. Nesta ocasião, o plano não se ajustou às estratégias da empresa e foi arquivado, para decepção deste pesquisador e dos fabricantes da época.

Em fevereiro de 1999, a iniciativa foi resgatada após a *Surfer* e a *Fluir* (revistas norte-americana e brasileira respectivamente, especializadas em surfe) publicarem importantes matérias (“Desperdício nas Oficinas”, Jonas Furtado – “Dirty Deeds Done

Dirt Cheap”, Greg Loehr) levantando a hipótese de que parte do lucro das oficinas de pranchas estava indo para o lixo, além da questão da toxicidade destes rejeitos. Esta situação foi o incentivo para o resgate do antigo projeto e o redimensionamento para a conjuntura atual. Iniciou-se imediatamente um processo de pesquisa, contatos, produção científica e publicações, que já conta com mais de 60 meses de duração.

Estes foram os fatos geradores pelo resgate do projeto e naquela época foi iniciado um processo para adequá-lo às novas variáveis sociais, ambientais e econômicas do mercado contemporâneo. Inicialmente foi proposto trabalhar em todo o ciclo de vida do produto prancha de surfe, que tem como elo inicial a indústria petrolífera, passa pela petroquímica, pela indústria de *plugs*, pelas fábricas de pranchas de surfe e finalmente chega ao mercado consumidor. Devido à falta de cumplicidade e visão dos empresários dos setores petrolíferos, petroquímicos e dos produtores de blocos, que não apoiaram o projeto, este foi redimensionado para ser aplicado somente com as fábricas de pranchas, pois seus proprietários, desde 1989 já se preocupavam com este problema e se mostravam realmente dispostos a apoiar e trabalhar na busca e implementação de uma solução que resolvesse definitivamente esta questão no prisma ambiental e financeiro.



Figura 1: Logotipo do projeto Marbras et Mundi

Nos moldes da Agenda 21, foi criada uma metodologia para envolver diversos segmentos da sociedade civil organizada a fim de se formar uma rede de desenvolvimento sustentável na indústria do surfe, pois se a geração dos resíduos é

coletiva a solução também terá que ser efetuada em conjunto, visando excelência ambiental do produto prancha de surfe e seus processos produtivos.

Em 2000, as pesquisas foram aprofundadas e foi observado que o assunto não possuía literatura específica publicada. Diante deste impasse, foram consultados pessoalmente diversos profissionais e professores de Universidades do Rio de Janeiro, São Paulo e Florianópolis, com o objetivo de se reunir dados iniciais para a posterior formatação de um modelo referencial de manejo sustentável para a indústria do surfe. Foi nesse momento que o primeiro contato foi estabelecido com o Dr. Marcos Lopes Dias, co-orientador desta pesquisa, docente e pesquisador do IMA-UFRJ. Neste encontro, o projeto, antes civil, passou a ser encarado como uma iniciativa na área científica, com o objetivo de se encontrar uma solução segura e confiável, para o problema do saneamento dos resíduos gerados na fabricação de pranchas de surfe e com isso surgiu a possibilidade de transformar um segmento deste processo e desta pesquisa numa dissertação de Mestrado, com vistas a iniciar uma linha de pesquisa inédita que visa equalizar esta conjuntura e com isto no futuro angariar parceiros multidisciplinares na conquista, progresso e validação deste conhecimento. Um campo vasto e inexplorado, para gerar novas pesquisas e atrair novos pesquisadores de diversas áreas da ciência.



Figura 2: Dr. Marcos Lopes Dias e Paulo Eduardo no IMA-UFRJ

O primeiro passo desta jornada seria o de implementar nas oficinas de pranchas um processo de gestão ambiental, com o intuito de minimizar o consumo de água, energia e geração dos resíduos sólidos. Paralelamente a este processo, sistematizou-se uma metodologia de Medicina e Segurança do Trabalho, com controle de particulados

através de um sistema de dutos e turbinas de captação dos resíduos em suspensão nos processos produtivos. Outra prerrogativa deste estudo é a de maximizar recursos naturais não renováveis, transformando o lixo industrial não eliminável em matéria-prima de segunda geração econômica, com o objetivo de valorizar estes materiais, gerar renda e oportunidade de trabalho, para jovens carentes, com a implantação e operação desta atividade.

Em Março daquele ano, o embrião do projeto Marbras et Mundi foi divulgado em uma exposição de iniciativas ambientalistas, durante a realização do I Pontal Eco Classic, um festival de surfe que aconteceu na Praia da Macumba (RJ), permeado de ações esportivas, culturais e ecológicas, como a mostra citada acima e acompanhada de plantio de vegetação nativa de restinga, colocação de mourões na praia, com o intuito de viabilizar a recuperação de uma área já degradada.



Figura 3: Cartaz do projeto Marbras et Mundi exposto no I Pontal Eco Classic

Naquele evento, a efervescência ambientalista estava muito intensa e a interação de tantas ideologias conservacionistas direcionou os novos rumos do projeto, que até o momento era apenas uma busca solitária de um cidadão que se transformou numa ação da comunidade litorânea em prol de uma sustentabilidade para a indústria do surfe. A *Surfrider Foundation*, uma organização não governamental, ofereceu apoio institucional para a implementação do projeto, inclusive cedendo um espaço em seu *stand* na VII *Surf & Beach Show*, uma feira internacional de moda de praia e surfe que foi realizada em Julho do mesmo ano em São Paulo, onde foram feitos contatos com fabricantes de pranchas de surfe do Brasil e do mundo. Na seqüência foi feita uma entrevista no

programa Zona de Impacto da SPORTV, com veiculação nacional, onde foi realizada uma experiência para a produção de uma blenda de PU reciclado.

A participação nesta feira rendeu ainda duas reportagens sobre a pesquisa, publicadas respectivamente nas revistas *Surf Beach & Show* e *Fluir* edição número 177, e ainda o convite para integrar o corpo de Conselheiros da referida ONG.

Em Maio do mesmo ano, em Florianópolis, o projeto foi apresentado no IV Fórum Comunitário do Lixo, ocasião que foi contatada pela primeira vez a orientadora deste trabalho, além de profissionais da COMCAP, que posteriormente analisaram proposta de implementação de uma unidade recicladora desses resíduos para este município. As emissoras de televisão Record, SBT e TV COM veicularam reportagens sobre a iniciativa, sendo que a RBS mostrou este autor realizando uma prática de recuperação dos dejetos de PU com alunos da rede municipal, no mesmo dia em telejornal da região para milhares de telespectadores. Os jornais, *A Notícia* e *Drop* publicaram matérias referenciando o projeto e sua participação neste fórum.

No mês de Setembro, a pesquisa foi divulgada no I Fórum de Educação Ambiental e Coleta Seletiva do Lixo, que aconteceu em Garopaba - SC, através de uma palestra e um experimento. No mês seguinte foi realizada uma experiência de reciclagem desses dejetos com discentes do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC, durante o II Seminário de Engenharia Sanitária e Ambiental. Neste mesmo mês, o projeto foi lançado oficialmente na I EXPOSURF, no Centro Sul de Convenções, em Florianópolis.

Em Janeiro de 2001 o projeto Marbras et Mundi em parceria com o IMA-UFRJ, FECASURF e UFSC realizou em Florianópolis, durante uma etapa do WQS (circuito mundial de surfe), o I Fórum “Avaliação da Destinação Final dos Resíduos Sólidos da Indústria do Surfe”. Nesta ocasião, diversos fabricantes estiveram presentes e o produto deste encontro foi o consenso de que estes resíduos não poderiam mais ser destinados da forma que vem sendo feita há mais de trinta anos. Neste momento, foi lançada e aceita a idéia de se constituir um consórcio civil, para unificar forças a fim de implementar o

empreendimento, assunto divulgado pelos *websites* Rico, Waves, Guia de Praias, *Bad Boy* e na edição número 183 da revista Fluir.



Figura 4: Paulo Eduardo no I Fórum

Com a necessidade de se fortalecer a adesão da comunidade, surgiu a idéia de envolver uma escola, para sensibilizar os alunos e torna-los multiplicadores da iniciativa, realizando com eles uma oficina diferenciada, pelo fato de leva-los a duas fábricas de pranchas, para conhecerem todo o processo produtivo e seus gargalos, e em seguida terem a oportunidade de assistirem e participarem no processamento de duas blendas constituídas de materiais residuais incorporados e aglutinadas por resinas de PU. Esta oficina chamada “Da Escola à Praia” fez parte do projeto de Pesquisa Interdisciplinar do CEFET-SC, denominado “Lixo Urbano do Século XXI” que envolveu 55 alunos do nível médio e sendo também oferecidas palestras sobre: reciclagem na indústria do surfe; mercado e conservação da restinga, todas proferidas respectivamente por este autor, Jordão Bailo, membro da FECASURF e o biólogo Marcos Rossi Santos.

O bom resultado da empreita propiciou a realização de mais uma oficina denominada “Da Escola à Galeria”, onde os educandos foram orientados por diversos artistas (Ana Cristina di Lucia, Francisco Kümmel, Lis Figueiredo e Marco Ciampolini) para utilizarem as blendas de PU reciclado produzidas na primeira oficina e resíduos da indústria do surf, como matéria-prima para a produção de peças de arte, que foram expostas posteriormente na II Feira Ambiental de Florianópolis. Essas atividades aconteceram entre Abril e Junho de 2001, repercutindo positivamente na sociedade e gerando reportagens nas emissoras de tv RBS, Record e no jornal A Notícia.

Nesta mesma época foram encaminhadas propostas técnicas para implementação de uma unidade recicladora dos resíduos de pranchas de surfe, para o Governo de Santa Catarina. Após minuciosa análise, a assessoria técnica do Governador aprovou a proposta e solicitou que a mesma fosse encaminhada à Prefeitura Municipal de Florianópolis e Companhia de Melhoramentos da Capital, responsável pela gestão dos resíduos urbanos. A orientação foi seguida e após alguns meses a Comissão de Geração de Emprego e Renda, formada por técnicos da Prefeitura e da COMCAP, emitiu um parecer que solicitava um projeto técnico e que era necessário formalizar um protocolo de intenções, onde cada ator envolvido no processo assumiria uma tarefa para articulação comunitária e participativa do projeto, com vistas a objetivar sua realização neste município. Após alguns meses, foi encaminhada nova proposta para esta comissão, que a repassou a FATMA, que exigiu um projeto ambiental mais detalhado visando o licenciamento para instalação e operação da unidade recicladora.

No início das pesquisas foi levantada a hipótese de se promover a recuperação dos resíduos do surfe *in-situ*, ou seja, na própria planta industrial do processo produtivo gerador dos rejeitos, mas foi considerado 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 de uma unidade satélite denominada CecorRes – Centro Comunitário de Recuperação dos Resíduos da Indústria do Surfe, um pólo de recuperação de resíduos e multiplicador de ações de sustentabilidade e cidadania, com a perspectiva de atender a todo o mercado da Grande Florianópolis e arredores, com um investimento reduzido. Foi feito na seqüência um convênio através da FAPEU entre o SEBRAE, UFSC e FINEP com o objetivo de ser elaborado um estudo de viabilidade técnica e econômica desta usina de reciclagem. Este material foi produzido por este pesquisador e aprovado pelo SEBRAE através do Programa de Apoio Técnico Empresarial – PATME B. Toda esta articulação se transformou em pauta da assessoria de imprensa do Governo de Santa Catarina e noticiada pela RBS, TV COM, Jornal O Estado, A Notícia e outros veículos de comunicação do estado.



Figura 5: Paulo Eduardo em Audiência com o Governador de Santa Catarina, Espiridião Amin.

Com o avanço do projeto surgiu o convite da empresa Mormaii, para pesquisar uma forma de recuperar o excessivo resíduo nobre, tóxico e inflamável gerado pela produção de roupas térmicas de policloropreno (CR), também conhecido comercialmente por *neoprene*. Aproveitando a experiência e os canais conquistados na pesquisa já iniciada, em pouco tempo foi testado e aprovado um solado para sandália, constituído de resíduos de CR e matéria-prima virgem incorporada, que pode proporcionar economia de recursos financeiros, da ordem de 20%, sendo ainda o produto final mais flexível, resistente e menos abrasivo. Após essa descoberta, a empresa cancelou as pesquisas. Os *websites* Waves e Guia de Praias veicularam em Novembro de 2001 uma entrevista com este pesquisador e reportagem sobre esta parceria.

A necessidade de angariar conhecimentos para atender às necessidades da escalada do projeto foi muito forte e com isso o ano de 2001 foi encerrado com a participação no III Seminário de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC, no I RECICLESHOW, realizado pelo CEMPRE e no curso técnico, Reciclagem de Plásticos e o Meio Ambiente, ministrado por Adílson Santiago, professor e empresário do setor da reciclagem. O trabalho é divulgado através da publicação de ampla reportagem sobre a pesquisa na revista de surfe especializada *Hardcore* edição número 148.

Em 2002 foi realizado o II Fórum - “Avaliação da Destinação Final dos Resíduos Sólidos da Indústria do Surfe” com a participação de fabricantes de pranchas brasileiros e estrangeiros. Nesse momento, o consórcio foi formalizado através da

assinatura de uma carta de adesão, dando continuidade ao processo. Neste evento foi iniciado um contato para transferência desta tecnologia desenvolvida, para a Associação dos *Shapers* de *Aquietanne* (França), através de contato com o associado e *shaper* Alexandre de Sonis. Esta parceria proporcionou uma reportagem sobre os resíduos da fabricação de pranchas e sobre o projeto Marbras et Mundi na revista francesa com distribuição mundial, *Surf Session*, em Agosto de 2002.

Ainda em 2002, este trabalho foi apresentado para a comunidade científica em diversos Congressos, com uma boa receptividade. Como destaque foram publicados trabalhos no V Simpósio de Gerenciamento Ambiental, organizado pelo Núcleo Interdisciplinar de Saúde Ambiental da USP, em São Paulo e no VI Seminário Nacional de Resíduos Sólidos promovido pela ABES, realizado em Gramado – RS.

No ano de 2003, a articulação social do projeto foi paralisada, para a finalização da redação desta dissertação de mestrado. É interessante registrar a veiculação de mais um artigo, no XXII Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental, realizado em Joinville, de 14 a 19 de Setembro do mesmo ano.



Figura 6: Apresentação do artigo no XXII Congresso da ABES – Joinville 2003

No início dos estudos foi desenvolvida uma tecnologia para recuperar apenas os resíduos do poliuretano, porém na dinâmica do processo, os outros dejetos gerados pela fabricação de pranchas de surfe também foram incorporados à metodologia desenvolvida anteriormente, porém para delimitar a pesquisa, foi apresentada neste trabalho, apenas a metodologia de reciclagem do PU residual.

1.2 Introdução

O ponto de partida da presente investigação foi a inquietação deste autor frente a geração de resíduos tóxicos e inflamáveis decorrentes da produção de pranchas de surfe e principalmente da sua precária e obsoleta destinação final.

Como o surfe é praticado em um meio natural e em média cada prancha pronta despeja cerca de sete quilos de resíduos perigosos no ambiente, o fato deste paradoxo se prolongar por tantos anos incentivou este pesquisador a buscar uma solução para a situação, visando colaborar no processo da conservação ambiental.

“A destruição inadvertida dos sistemas naturais, através da ação do homem, aumentou dramaticamente na década de quarenta. O período pós II guerra mundial testemunhou o aparecimento de uma variedade de novas substâncias, incluindo materiais radioativos e químicos organo-sintéticos. Muitas dessas substâncias são persistentes, ou seja, não decaem ou decompõem rapidamente em materiais mais simples e menos prejudiciais. Alguns cientistas responderam a este aumento dramático da habilidade humana de perturbar o meio ambiente, com demandas em controles adicionais para estas ações” (BAASCH, 1995).

Nos últimos anos, a necessidade de eliminar ou minimizar os inúmeros problemas ambientais tem gerado medidas de diversas naturezas. Para que estes objetivos sejam alcançados de forma efetiva, deverá haver uma mudança de ações com fins essencialmente corretivos para medidas preventivas, onde as imposições legais assumam papel de destaque. No momento atual, grande ênfase tem sido dada à promoção de uma consciência ambiental, que tem como centro ações educativas e construtivas envolvendo além de conhecimentos da ecologia, novas perspectivas sociais, econômicas, financeiras, industriais, científicas e tecnológicas. Uma das questões mais discutidas diz respeito ao uso sustentável dos recursos naturais e sua deposição terminal, ou seja, a geração e destinação final dos resíduos sólidos.

A Agenda 21 determina as seguintes ações para manejo ecologicamente saudável dos resíduos urbanos e industriais (Capítulo 21):

- Redução dos resíduos ao mínimo possível;
- aumento ao máximo da reutilização e reciclagem dos resíduos;
- promoção do depósito e saneamento ambiental adequado dos resíduos;
- ampliação do alcance dos serviços que se ocupam dos resíduos.

Estas ações têm como meta promover uma melhoria na qualidade do meio ambiente e, conseqüentemente, da vida das comunidades. Atualmente, o lixo urbano e industrial é produzido diariamente em grandes quantidades, que serão maiores e mais complexas dependendo do grau de desenvolvimento e do tamanho da população considerada. Este lixo apresenta uma composição variada, onde se incluem alguns resíduos com características perigosas e alarmantes prazos de decomposição.

Com a dificuldade de se encontrar locais para disposição racional dos dejetos urbanos, devido a um maior controle ambiental ou ao esgotamento dos locais usualmente utilizados, novas alternativas têm sido procuradas para o descarte de resíduos. Entre elas, estão o desenvolvimento de tecnologias de valorização de materiais e a implementação de usinas de reciclagem, que além de tratar o lixo poderão diminuí-lo, reutilizá-lo, transformá-lo em matéria-prima de segunda geração econômica, proporcionar oportunidade de trabalho e renda e minimizar impactos ambientais.

A reutilização e a reciclagem do lixo, além de resolverem parte do problema que é a destinação final dos resíduos, podem gerar novos empregos e dar lucro, sendo hoje cada vez maior o número de empresas privadas e usinas de saneamento interessadas em trabalhar com os diversos materiais recuperáveis. Para que estas alternativas sejam viabilizadas, são necessárias: disposição política expressa através de políticas públicas, leis específicas, um efetivo controle ambiental, ampla conscientização ecológica, gerada por práticas e programas de educação ambiental e intensa mobilização social, através de um processo que promova a mudança de valores, crenças, hábitos de consumo e comportamento da população e mercado.

Nesse contexto, é fundamental a ação de cada indivíduo e da sociedade civil organizada para a construção de um novo modelo social. No momento em que seja

assumida a responsabilidade por ações nocivas ao meio ambiente poderá ser constituído um sistema comunitário sócio-ecológico mais equilibrado.

A indústria do surfe no Brasil movimenta cerca de US\$ 1,6 bilhões por ano (aproximadamente 0,14% do PIB, 2001), com mais de 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 surfe no Brasil é o segundo esporte mais praticado entre os homens, e o terceiro mais assistido na TV e a cada dia vem reunindo mais adeptos, com conseqüente aumento na geração de resíduos sólidos nos 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 RSSu. Esta pesquisa detectou uma lacuna na história deste esporte. Para a produção de uma prancha de surfe 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 (FURTADO, 1999). Estes dejetos possuem alarmantes e indeterminados prazos de decomposição e quando descartados sem um saneamento adequado, tornam-se potenciais agentes de impacto ambiental e ameaça à saúde pública, pela sua toxicidade e inflamabilidade, além do grande volume gerado devido à baixa densidade identificada neste tipo de resíduo sólido.

O surfe no Brasil vem progredindo surpreendentemente em todos os níveis, desde competições, indústrias, mercado, mídia, eventos, nível técnico, equipamentos e projeção mundial. Valores como liberdade, coragem, alegria, emoção, saúde, juventude e aventura, são constantemente associados à imagem do surfe. De acordo com pesquisa realizada pela BRASMARKET, noventa por cento dos entrevistados demonstraram alguma relação direta ou indireta com o surfe.

Após recente estudo estratégico realizado por este pesquisador 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 no estabelecimento de uma unidade recuperadora dos resíduos industriais do surfe. 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.

Florianópolis, 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, conferência realizada com o intuito de prosseguir o processo de sustentabilidade mundial, a maioria dos países participantes concluiu 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 economicista, sem relevar a questão da conservação ambiental e justiça social.

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, além do esgotamento de áreas para aterramento do lixo.

A busca ao desenvolvimento sustentável tem como um de seus principais propósitos o 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 (IBGE, 2001). O

restante é depositado a céu aberto ou em cursos d'água (mais de 180.000 t/dia). Uma pesquisa realizada pela Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos (ABETRE, 2003) 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 superficiais e subterrâneas. Comprovadamente o lixo mal deposto provoca degradação irreversível dos recursos hídricos, transgressão paisagística, poluição do ar e do solo, assoreamento de rios e inundações. A gestão dos resíduos sólidos deveria ser pauta principal na política de segurança das nações, levando-se em consideração que mais de cinco bilhões de reais de materiais recicláveis são desperdiçados e enterrados por ano (CALDERONI 1999) somente em nosso país, e que cerca de 60% das internações hospitalares no Brasil derivam da falta de saneamento básico e de uma ineficiência nos descartes urbanos, rurais e industriais, segundo depoimento do Engenheiro Sanitarista Bertussi, em palestra proferida no ano de 2000, na UFSC.

O processo produtivo para a fabricação de pranchas de surfe 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 (blocos de concreto para vedação, com as seguintes dimensões 14x19x39cm).O objetivo é desenvolver uma nova linha de pesquisa e intervenção para identificar e aplicar uma metodologia para tornar sustentável o produto prancha de surfe.

Foi estimada na Grande Florianópolis, no ano de 2001, uma produção de aproximadamente 14.000 pranchas, 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.

Foi observado ao longo desta jornada de pesquisa, que toda atividade fabril interfere negativamente na natureza. Como não é possível gerar conhecimento científico para a solução do problema de forma macro foi escolhida a indústria do surfe para ser realizada uma investigação científica visando subsidiar uma intervenção racional num segmento específico de mercado, que poderá se tornar referência para outras atividades e por que não um multiplicador da sustentabilidade.

Esta metodologia poderá proporcionar redução de custos para a municipalidade (CALDERONI 1999), como: coleta seletiva, transporte, transbordo e destinação final desses dejetos, além de poder propiciar trabalho, geração de renda, recuperação de capital, valorização de materiais, minimização de impactos ambientais e benefícios à saúde pública. Outra vantagem é a promoção institucional de um município que se disponha a ser pioneiro no mundo na gestão integrada dos resíduos sólidos da indústria do surfe e, conseqüentemente, gerando uma mobilização social em prol do meio ambiente e da promoção social.

Abaixo será apresentada a Tabela 1 resultado de ampla pesquisa de mercado junto a fábricas de insumos, fabricantes de pranchas de surfe do Brasil e do mundo e revistas especializadas.

Tabela 1: A Geração dos Resíduos da Indústria do Surfe

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.
Revista *Surfer* Janeiro de 1999 e Pesquisas Marbras et Mundi.

Obs.: Us\$ 1= R\$2,50 (câmbio referencial da pesquisa em 25/05/2001)

1.3 Objetivo Geral

Identificar e desenvolver alternativas para a recuperação dos resíduos não elimináveis gerados na fabricação de pranchas de surfe, com o propósito de abrandar impactos ao meio-ambiente e à saúde humana, assim como minimizar o elevado desperdício de matérias-primas nobres, não renováveis e com alto valor agregado, provenientes desta atividade industrial.

1.4 Objetivos Específicos

- Formatar um banco de dados, através de entrevistas informais com especialistas acadêmicos e profissionais, de diversas áreas correlatas a essa linha de pesquisa, com o objetivo de compilar informações básicas para o desenvolvimento do estudo proposto;
- Realizar fóruns de debate para avaliação da situação de mercado e formatação de propostas, visando o início das atividades deste projeto de pesquisa;
- Desenvolver metodologias para a recuperação dos resíduos sólidos não elimináveis;
- Sistematizar o projeto do Centro Comunitário de Recuperação dos Resíduos da Indústria do Surfe (CecorRes) como uma referência para viabilizar a recuperação dos resíduos sólidos gerados por esta atividade industrial;
- Moldar e ensaiar protótipos produzidos com PU residual e insumos.

Este trabalho foi subdividido em seis capítulos. Encerra-se aqui o primeiro capítulo, contendo uma apresentação, histórico do projeto Marbras et Mundi, introdução e objetivos desta pesquisa.

No segundo capítulo foi feita uma investigação da raiz do problema da poluição e de seus desdobramentos ao longo da história da humanidade, assim como a emergente preocupação ambiental. Também foi realizada uma abordagem sobre os polímeros, poliuretano e seus respectivos tratamentos, quando descartado em processos produtivos ou de obsolescência.

No terceiro capítulo foram explorados os procedimentos metodológicos, assim como os materiais envolvidos na pesquisa, para alcançar os objetivos almejados.

Os resultados serão expostos na forma de tabelas e figuras no quarto capítulo, onde os mesmos também serão analisados e discutidos.

No quinto capítulo foi realizada uma projeção econômica para implementação do CeorRes.

Para finalizar esta dissertação, o sexto capítulo apresenta as principais conclusões alcançadas pelo pesquisador na dinâmica do trabalho, as limitações desta pesquisa, assim como recomendações para futuros pesquisadores que decidirem dar continuidade a esta pesquisa e seguirem na evolução deste conhecimento.

2 FUNDAMENTAÇÃO

O atual padrão de desenvolvimento econômico não relevou em nenhum momento da história da humanidade as peculiaridades necessárias para se manter o meio-ambiente conservado. Este comportamento exploratório teve origem na Idade Moderna, quando a economia planetária foi transmutada de rural-artesanal para urbano-industrial. Neste momento não se cogitou investir recursos para prover saneamento básico ou tampouco eliminar agentes de poluição, pois existia a falsa sensação de que os recursos naturais não renováveis eram infinitos e que sua exigüidade jamais aconteceria. Todavia, em pouco mais de duzentos anos, esta teoria não se confirmou, pois atualmente em muitas regiões do globo terrestre a escassez de água potável e a falta de ar puro, elementos fundamentais para a vida, já fazem parte da nossa realidade. Para uma melhor compreensão desta temática, abaixo será apresentada uma explanação sobre estas transformações e implicações e o panorama ambientalista mundial.

2.1 Revolução Industrial

Segundo VICENTINO (1998), com a Revolução Industrial o capitalismo alcançou sua plenitude, associando o desenvolvimento tecnológico com a supremacia social da burguesia. Essa dinâmica social, econômica e industrial iniciada na segunda metade do século XVIII foi acompanhada pela ampliação das desigualdades sociais. Com o advento deste movimento, a produção de artigos para o mercado passou a ser feita em série com a utilização de máquinas, dando origem as maquinofaturas industriais. A mecanização foi uma etapa importante no processo de industrialização, pois transformou completamente as relações entre o trabalhador e os meios de produção; os movimentos partem da máquina e o operário tem de segui-los. A geração dos resíduos, antes basicamente orgânica, se transformou em inorgânica, com necessidade de tratamento ambiental, porém nada foi feito a este respeito e os recursos naturais passaram a ser explorados de uma forma mais agressiva e predatória.

A primeira fase dessa revolução correspondeu ao período de 1760 a 1850. Nesta fase, a Inglaterra liderou o processo de industrialização. O desenvolvimento técnico-

científico foi substancial e surgiram então as primeiras máquinas feitas de ferro, que utilizavam o vapor como força motriz. A indústria têxtil foi a que mais se desenvolveu neste período, assim como o setor metalúrgico, que foi estimulado junto com as pesquisas em busca de novas fontes de energia: o carvão, a eletricidade e o gás. Para viabilizar o escoamento da produção industrial e o abastecimento de matérias primas, outros setores como o de transportes e de comunicações tiveram de se adequar às novas necessidades. Surgiram o barco a vapor, a locomotiva, o telégrafo e o telefone.

O segundo período da Revolução Industrial começou em 1850, quando a industrialização entrou num ritmo frenético, envolvendo diversos setores da economia, com a difusão do uso do aço, a implementação de novas fontes energéticas, como a eletricidade e o petróleo, e a modernização do sistema de comunicações.

O progresso industrial possibilitou a transformação de todos os setores da humanidade. O crescimento populacional e o crescente êxodo rural determinaram o surgimento dos grandes centros urbanos. Estes grandes conglomerados humanos deram origem aos mais variados problemas decorrentes de uma urbanização não planejada: abastecimento de água, drenagem pluvial, saneamento básico, geração de efluentes, geração de resíduos perigosos, emissões de natureza não orgânica, modernização de estradas, fornecimento de energia elétrica, fundação de escolas, construção de habitações e grande acúmulo de lixo urbano a céu aberto. Além disso, outros fatores foram determinantes para a explosão demográfica, como os avanços tecnológicos nas áreas de medicina, química, bioquímica, e biologia (controle de doenças); e também agricultura (produção de alimentos).

O padrão de desenvolvimento desta época era dimensionado pelas fumaças escuras expelidas pelas chaminés das fábricas, que poluíam o ar das grandes cidades e denotavam seu “progresso”. Com a expansão do uso da energia elétrica diversos ecossistemas foram aviltados para a construção de barragens e indelével prejuízo à fauna e à flora.

E, nos últimos anos, os progressos no campo da eletrônica foram tão intensos que já se fala numa terceira fase da Revolução Industrial, marcada pela automação e informatização da indústria.

Se a humanidade tivesse investido, desde essa época, tempo, energia recursos financeiros e tecnológicos, visando uma excelência ambiental no desenvolvimento sócio-econômico das nações, uma grande parte dos atuais problemas de ordem ambiental teriam sido evitados e com isso menos medidas mitigadoras seriam necessárias para se prover mais qualidade de vida nas comunidades planetárias.

Frederick Winslow Taylor, pai da administração científica pregava em seus discursos o problema do sub aproveitamento dos recursos naturais e do esforço humano, no ano de 1917.

“Vemos as nossas florestas que desaparecem, as nossas quedas de água que se desperdiçam. O desperdício de matéria-prima mal aproveitada; o desperdício de esforço humano mal controlado e o trabalho com rendimento baixo são responsáveis por perdas na produção de vinte a sessenta por cento”.

A contribuição de Taylor está exatamente em levantar que o desperdício pode e deve ser combatido como uma forma de otimizar recursos, tempo, energia e trabalho. Sua metodologia provou que é possível produzir sem agredir e progredir sem regredir. Infelizmente o desenvolvimento planetário não foi calcado em suas teorias e práticas, pois com certeza o impacto ambiental teria sido minimizado e os recursos naturais estariam mais conservados.

2.2 Extração do petróleo

Em 1859, George Bissel encontrou um lençol de petróleo na Pensilvânia, dando então a largada na grande corrida planetária atrás do combustível que se tornou a principal matriz energética da modernidade.

A origem do petróleo foi bastante polêmica, porém comprovou-se recentemente que sua formação se dá, principalmente, pela decomposição da matéria orgânica do

plâncton marinho, sobretudo o remanescente das plantas marinhas – fitoplâncton transformado em sedimentos no momento da deposição.

Tanto no início como em boa parte do século XIX, extraía-se o petróleo apenas para fabricação do querosene utilizado na iluminação pública, porém, com o advento das indústrias automobilística, aeronáutica e petroquímica – produção de novos compostos – que somados à expansão naval transformou o petróleo no principal produto estratégico do mundo moderno, fazendo com que as maiores 100 empresas do nosso século estejam ligadas direta ou indiretamente ao “ouro negro”.

Em 1896, Henry Ford começou a produzir o primeiro veículo automotor em série, inaugurando a era da moderna indústria de veículos de transporte. O aumento do consumo de gasolina e óleo daí decorrente impulsionou a prospecção e a busca de mais poços de petróleo. Com o desenvolvimento da indústria petrolífera e petroquímica, outros resíduos de características mais complexas e perigosas começaram a ser gerados no planeta, sendo necessária a formulação de novas metodologias para saneamento e recuperação desses dejetos.

Três fatores poderão amenizar a escassez do petróleo: desenvolvimento de fontes alternativas de energia; inovação revolucionária na tecnologia de extração de petróleo e redução drástica do consumo. Simplesmente diminuindo o uso, a civilização enfrentaria uma crise financeira e social. Nos últimos vinte anos, o consumo de gasolina pelos automóveis diminuiu 50%, porém, isso ainda não é o suficiente. É necessária, pelo menos, uma reforma fundamental no sistema de transportes e o uso econômico e eficiente do combustível. Obviamente, o carvão mineral não poderia substituir o petróleo devido ao seu alto custo e à poluição gerada. O problema da energia não tem uma solução concreta. O tempo está se esgotando e o problema se agravando. A civilização enfrenta grandes dificuldades nesse sentido. Porém, esse fato parece não estar sendo bem considerado. As tecnologias que deveriam ter sido desenvolvidas até o final do século XX, tais como a do reator nuclear de plutônio, da usina espacial de energia solar e do reator de fusão nuclear de hidrogênio, estão longe de se tornarem utilizáveis. Se não houver meios para se prolongar o uso do petróleo até a obtenção de uma forma de energia alternativa, a civilização correrá o risco de um desmoronamento.

A situação da energia do futuro é realmente crítica. Desde o passado, a civilização desenvolveu-se consumindo muita energia, sem se importar com o desperdício. Neste século XXI, o ser humano terá de se tornar mais eficaz e mais econômico, consumindo menos e evitando-se desperdícios para que a utilização de formas de energia e dos recursos naturais não renováveis seja mais qualitativa.

Calcula-se que existam 1 trilhão de barris (1 barril = 159 litros) de petróleo nos subsolos do mundo. Até 1990 já haviam sido extraídos 43,4% desses. A produção mundial anual atinge a 24 bilhões de barris. Deste total consome-se 23 bilhões cujo um bilhão vai para os depósitos (os EUA produzem 13%, a Europa Ocidental 6%, o Golfo Pérsico 27% e outros países 19%). Fonte: (www.terra.com.br/schilling).

As reservas existentes no mundo inteiro são calculadas em 137 bilhões de toneladas (67% delas encontram-se no Oriente Médio). Os EUA, principais consumidores de petróleo, gastam 33 barris/per capita/ano, a Europa 22, a Coreia do Sul 16, o Brasil 4. A Índia e a China menos de um barril/per capita/ano. Fonte: (www.terra.com.br/schilling).

O petróleo é um produto de grande importância mundial, principalmente em nossa atualidade. É difícil determinar alguma coisa que não dependa direta ou indiretamente do petróleo. Os solventes, óleos combustíveis, gasolina, óleo diesel, querosene, gasolina de aviação, lubrificantes, asfalto, plástico entre outros são os principais produtos obtidos a partir do petróleo.

Após a seleção do tipo desejável de óleo bruto, os mesmos são refinados através de processos que permitem a obtenção de óleos básicos de alta qualidade, livres de impurezas e componentes indesejáveis. Chegando às refinarias o petróleo cru é analisado para se conhecer suas características e definir o processo pelo qual será submetido, a fim de se obter determinados subprodutos. Evidentemente, as refinarias, conhecendo suas limitações, já adquirem petróleos dentro de determinadas especificações. A separação das frações é baseada no ponto de ebulição dos hidrocarbonetos. Os principais produtos provenientes da refinação são: gás combustível

(GLP); gasolina; nafta; querosene; óleo diesel; óleos lubrificantes; óleos combustíveis e matéria-prima para fabricar asfalto e parafina.

O petróleo, após ser purificado e processado, é usado como combustível primário em máquinas de combustão interna, e também como matéria-prima para a produção de novas substâncias, sendo, portanto de grande importância para o homem. Principalmente no século XX, o crescimento do transporte motorizado fez com que a demanda crescesse muito rapidamente. Hoje em dia, o petróleo fornece uma grande parte da energia mundial utilizada no transporte e é a principal fonte de energia para muitas outras finalidades. O petróleo tornou-se fonte de milhares de produtos petroquímicos, entre eles as resinas que sintetizam o PU.

2.3 Cuidados ambientais na extração do petróleo

O início do impacto ambiental na exploração do petróleo se dá no estudo sísmico. Trata-se de um estudo que permite a identificação de estruturas do subsolo, e seu princípio tem como base a velocidade de propagação do som e suas reflexões nas diversas camadas do subsolo. Em terra, os dados sísmicos são coletados por meio de uma rede de microfones no solo, que receberão o retorno das ondas sonoras provocadas por explosões efetuadas na superfície. São abertas trilhas para a colocação dos microfones, instalados acampamentos e provocadas detonações para a emissão das ondas sonoras. No caso do mar, essas explosões são efetuadas em navios com canhões de ar comprimido, com o arraste de microfones na superfície da água. Junto com toda a produção de petróleo, é produzida água, cuja quantidade dependerá das características dos mecanismos naturais ou artificiais de produção e das características de composição das rochas reservatórios. Essa água produzida da rocha reservatório é identificada pela sua salinidade e composição destes sais, normalmente sais de magnésio e estrôncio. Com o objetivo de manter as condições de pressão na rocha reservatório (fundamentais para a migração do petróleo para os poços) pode ser efetuada uma operação de injeção de água nas camadas inferiores da rocha reservatório, e/ou gás nas camadas superiores.

Além disso, para impedir a precipitação de sais nos poros das rochas no subsolo, são utilizados produtos químicos, que na maioria das vezes são injetados no subsolo, implicando cuidados relativos à sua aplicação no meio ambiente. Outros cuidados especiais devem ser tomados com o descarte das águas produzidas. Utiliza-se um fluido durante a perfuração de poços de petróleo em que sua composição química induz a um comportamento físico-químico desejado, permitindo um equilíbrio entre as pressões das formações e a pressão dentro dos poços. Isso é fundamental para impedir que o fluido de perfuração invada a formação de petróleo danificando a capacidade produtiva do poço, bem como impedir que o reservatório de petróleo produza de forma descontrolada para dentro do poço, provocando o chamado *kick* de óleo ou gás.

Para o controle destes fluidos de perfuração são usados aditivo e lamas de perfuração. É de fundamental importância que esses fluidos e produtos sejam devidamente armazenados e manipulados, evitando com isso um impacto ecológico localizado. Faz-se a utilização de ferramentas de perfilagem radioativas também para análise das formações atravessadas pelo poço perfurado. Todo o cuidado tanto com os fluidos utilizados para amortecimento dos poços como com a manipulação, transporte e armazenagem dessas ferramentas, é pouco, e essa tecnologia tem sido aperfeiçoada com o desenvolvimento de novas técnicas pelas empresas atuantes no setor.

Das operações de tratamento do petróleo resultam resíduos oleosos que, mesmo em pequenas quantidades, recebem cuidados. Inovações tecnológicas vem permitindo a reutilização de efluentes líquidos resultantes das operações de produção. Os cuidados no refino são muito importantes, tanto que hoje as refinarias têm desenvolvido sistemas de tratamento para todos os efluentes produzidos. Alguns meios que podem diminuir a emissão de gases, vapores e poeiras para a atmosfera são chaminés, filtros e outros dispositivos; unidades de recuperação retiram o enxofre dos gases, cuja queima produziria dióxido de enxofre, um dos principais poluentes dos centros urbanos. Por meio de processos físico-químicos e biológicos, os despejos líquidos são tratados. Além de minimizar a geração de resíduos sólidos, as refinarias realizam coleta seletiva, que permite a reciclagem para utilização própria ou a venda a terceiros. O resíduo não reciclado é tratado em unidades de recuperação de óleo e de biodegradação natural,

onde microorganismos dos solos degradam os dejetos oleosos. Os restantes resíduos sólidos são enclausurados em aterros industriais constantemente controlados e monitorados. As refinarias vêm sendo renovadas para processar tipos de petróleo no Brasil, com baixo teor de enxofre, gerando combustíveis menos poluentes.

2.4 Sociedade de consumo

Com o advento da indústria plástica a sociedade incorporou um padrão questionável de consumo de descartáveis, produtos com vida útil curtíssima e com necessidade de reposição. Os gêneros plásticos dominaram a crosta terrestre e se espalharam pelos lares, escritórios e repartições públicas. Em função da dificuldade de degradação destes materiais e do impacto ambiental gerado pela disposição em aterros ou lixões é necessário ampliar-se cada vez mais as iniciativas de reciclagem, com o propósito de postergar a vida útil das áreas de aterramento dos resíduos e reduzir interferências negativas no ambiente. Acima de tudo é preciso que a população planetária se conscientize desta problemática e venha a se imbuir de uma atitude menos consumista e mais ecológica, assumindo um comportamento mais sustentável e promovendo hábitos de consumo que incentivem produtos ecológicos e boicotando aos outros mais impactantes, de forma a se reduzir o processo individual da geração do lixo.

Segundo o Worldwatch Institute (2003), o consumismo desenfreado é a maior ameaça à humanidade, pois além de esgotar os recursos, piora a qualidade de vida de ricos e pobres. O crescimento do consumo mundial passou de US\$ 4,8 trilhões em 1960 para US\$ 20 trilhões em 2003 e está muito concentrado, sendo 60% nos EUA, no Canadá e na Europa, onde vivem menos de 12% da população mundial. Se o Japão for incluído nesta estatística e outros países industrializados, chega-se aos 80% da produção, do consumo e da renda aglomerados em nações com menos de 20% dos habitantes da Terra. O Instituto indica que US\$ 18 bilhões anuais são gastos em maquiagem, US\$ 15 bilhões para perfumes, US\$ 11 bilhões para sorvetes na Europa, US\$ 14 bilhões para cruzeiros em navios. A situação é crítica levando-se em consideração que, com US\$ 19 bilhões anuais a fome no mundo seria eliminada (mais de 800 milhões de pessoas não têm o que comer). São necessários US\$ 10 bilhões/ano

para prover todas as pessoas com água de boa qualidade (1,1 bilhão de seres humanos não têm água), US\$ 1,3 bilhão/ano para imunizar todas as crianças contra doenças transmissíveis e US\$ 12 bilhões para prover saúde reprodutiva a todas as mulheres.

Os relatórios anuais da ONU vêm denunciando este quadro sobre o desenvolvimento humano há muitos anos e enfatizando que 2,8 bilhões de pessoas, quase metade da população planetária, vivem abaixo da linha da pobreza. Enquanto o crescimento econômico no mundo desde 1950 multiplicou por sete o PIB mundial, a desigualdade de renda entre ricos e pobres dobrou.

O Brasil é o sétimo país em consumo de bens no mundo e somente um terço de sua população, cerca de 57,8 milhões de pessoas, podem consumir além do suprimento das suas necessidades básicas enquanto que nos EUA os consumidores representam 84% da população, no Japão 95%, na Alemanha, 92% e na Índia 12%. (Fonte: Relatório do Desenvolvimento Humano da ONU, 2003).

O Relatório ainda aponta o Brasil como segundo maior consumidor mundial de carne bovina. Em todo o planeta por ano são consumidas 242 milhões de toneladas de carne, equivalente ao dobro de 1997 e cinco vezes mais que em 1950. O problema está em que produzir uma caloria de carne (bovina, suína ou de aves) exige de 11 a 17 calorias em alimentos para os animais. Uma dieta de carnes, para ser produzida, precisa de quatro vezes mais terras do que uma de vegetais. Para se produzir um quilo de carne bovina são demandados até 15 mil litros de água, segundo os relatórios da ONU no Fórum Mundial da Água, em Kyoto no ano de 2003.

O Brasil, ainda segundo o relatório, é o quinto maior consumidor de petróleo e de energia elétrica do mundo, gastando cerca de mais de dez barris de petróleo diariamente, para cada mil pessoas, com uma emissão nociva, da ordem de 1,8 toneladas de dióxido de carbono por pessoa a cada ano.

A escritora Hazel Henderson em visita ao Brasil, em 2003, questionou com veemência o consumismo, pois na atual conjuntura mundial não visualiza como

introduzir a equidade como padrão básico de comportamento para reger seres humanos e nações.

“Não vejo alternativa para a espécie humana senão a cooperação”.

Infelizmente a história mostra que a humanidade somente atua de forma eficaz, quando o problema está acima da crítica e na fronteira do caos, então é fácil perceber que a ganância, o egoísmo, a luxúria e a frivolidade são os focos da maioria das decisões de governantes, empresários e líderes mundiais e que as desigualdades sociais e agressões ambientais não são cogitadas.

2.5 Polímeros

Mano & Mendes (1999) demonstram que quando as moléculas se tornam muito grandes, contendo um número de átomos encadeados superior a uma centena, podendo alcançar um valor ilimitado, as propriedades dessas moléculas recebem aspectos próprios, gerais e são denominadas de macromoléculas. Estas características são muito mais marcantes do que aquelas que resultam da natureza química dos átomos ou dos grupamentos funcionais presentes. As propriedades resultam de interações relacionando segmentos intramoleculares, da mesma macromolécula ou intermoleculares, de outras. As macromoléculas são encontradas tanto em produtos de origem orgânica quanto sintética. Polissacarídeos, poli-hidrocarbonetos, proteínas, ácidos nucleicos, amido, algodão, madeira, lã, cabelo, couro, seda, chifre, unha e borracha de seringueira, são exemplos de macromoléculas naturais orgânicas. Poliuretano, polietileno e nylon são macromoléculas sintéticas orgânicas. Diamante, grafite, sílica e asbesto são produtos macromoleculares naturais inorgânicos. Ácido polifosfórico e policloreto de fosfonitrila são macromoléculas sintéticas inorgânicas.

São muito similares os conceitos de macromolécula e polímero. Macromoléculas são grandes moléculas, de elevado peso molecular, o qual decorre de sua complexidade química, podendo ou não ter unidades químicas repetidas. A palavra Polímero (*poly + mer = muitas partes*) vem do grego e foi criada em 1832 por Berzelius, para designar compostos de pesos moleculares múltiplos, em contra posição ao termo isômero

(*isomer*), usado para compostos de peso molecular idêntico, porém de estruturas distintas, como acetileno e benzeno.

Polímeros são macromoléculas caracterizadas por seu tamanho, estrutura química e interações intra e intermoleculares, formadas por unidades químicas ligadas por covalência repetidas de forma regular ao longo da cadeia, chamadas *meros*. O número de *meros* da cadeia polimérica é denominado grau de polimerização, sendo geralmente identificado por **n** ou **DP**. Todos os polímeros são macromoléculas porém nem todas as macromoléculas são polímeros.

Os polímeros representam uma grande contribuição da química para o aprimoramento industrial do século XX. Por volta de 1920, STAUDINGER apresentou trabalho em que considerava que a borracha natural e outros produtos de síntese, de estrutura química até então desconhecida, eram na verdade materiais formados por moléculas de cadeias longas, e não agregados coloidais de pequenas moléculas, como se pensava naquela época. Os polímeros somente foram reconhecidos como substâncias de elevado peso molecular pelos cientistas em 1928. Inexistiam métodos adequados para avaliação do tamanho e da estrutura química e com isso moléculas de dimensões muito grandes não eram isoladas e definidas com precisão científica. Por isso a literatura antiga usa a expressão *high polymer* para salientar o fato de que o composto tinha realmente peso molecular muito elevado. Hoje em dia essa qualificação não é mais necessária.

Monômeros são micromoléculas e compostos químicos suscetíveis de reação para formar polímeros. A reação química que forma os polímeros é denominada polimerização. CAROTHERS (1931) mostrou que a polimerização é uma reação funcional capaz de continuar indefinidamente. ZIEGLER (1928) observou que na polimerização de estireno e de α -metilestireno iniciadas por sódio metálico, o grupo terminal ativo exibiu um tempo de vida indefinido. Realmente existem casos em que a reação prossegue indefinidamente desde que sejam mantidas certas condições, que preservem o centro ativo terminal, evitando sua extinção. A espécie química em crescimento vai incorporando várias moléculas de monômero ao centro ativo terminal,

na proporção que mais monômero é acrescido ao sistema. SZWARC (1956) denominou estas espécies ativas de “polímeros vivos”, ao estudar polimerizações aniônicas de olefinas.

Os polímeros podem possuir cadeias sem ramificações, possibilitando conformação em zigue-zague e são denominados polímeros ramificados, com maior ou menor complexidade. Podem ainda mostrar cadeias mais complexas com ligações cruzadas, formando polímeros reticulados. Como causa imediata surgem propriedades diferentes no polímero em função de cada tipo de cadeia, especialmente em relação à fusibilidade e solubilidade. Os ramos laterais, dificultando a aproximação das cadeias poliméricas, portanto minimizando as interações moleculares, trazem prejuízo às propriedades mecânicas, atuando como plastificantes internos do polímero. A formação de retículos, devidos às ligações cruzadas entre moléculas, “amarra as cadeias”, impedindo o seu deslizamento umas sobre as outras, aumentando muito a resistência mecânica e tornando o polímero insolúvel e infusível.

Quadro 1: Classificação de Polímeros

Classificação de Polímeros	
Critério	Classe do Polímero
Origem do Polímero	Natural Sintético
Número de Monômeros	Homopolímero Copolímero
Método de preparação do Polímero	Polímero de adição Polímero de condensação Modificação de outro Polímero
Estrutura química da cadeia polimérica	Poli-hidrocarboneto Poliamida Poliéster e outros
Encadeamento da cadeia polimérica	Seqüência cabeça-cauda Seqüência cabeça-cabeça, cauda-cauda
Configuração dos átomos da cadeia polimérica	Seqüência <i>cis</i>

	Seqüência <i>trans</i>
Taticidade da cadeia polimérica	Isotático Sindiotático Atático
Fusibilidade e/ou solubilidade do Polímero	Termoplástico Termorrígido
Comportamento mecânico do Polímero	Borracha ou elastômero Plástico Fibra

Fonte: MANO, E. B. et MENDES, L. C. Introdução a Polímeros. 2ed. São Paulo: Edgard Blücher. 1999.

2.6 Processos de preparação de polímeros

O termo Poliadição corresponde a três reações que acontecem sucessiva ou simultaneamente: iniciação, propagação e terminação. A polimerização por adição responde pela maior parte da produção mundial industrial de polímeros, formada principalmente de polietilenos e polipropilenos. Porém, como a maior variedade de reações de poliadição industriais, como na fabricação de poliestireno, poli (acetato de vinila), poli (cloreto de vinila), poli (metacrilato de metila), se refere a mecanismos via radical livre. É importante ter ciência das reações que anulam ou retardam a velocidade das poliadições via radicais livres. Essas reações são geradas respectivamente, pelos inibidores e retardadores de polimerização, que atuam por intermédio de reações em cadeia.

A inibição é caracterizada por um período de indução onde não há formação de polímero, após este tempo, a polimerização se inicia e segue normalmente. Este comportamento ora é observado em poliadições via radicais livres, por causa da purificação inadequada dos monômeros, ora pela presença de oxigênio durante a reação.

Os retardadores reagem de maneira diferente, concorrendo com o monômero pela reação com o centro ativo da cadeia em formação. Se a reação acontecer no processo normal de combinação, então este pode ser o mecanismo principal de terminação de cadeia. A velocidade do processo total é reduzida, assim como o

comprimento médio das cadeias, mantendo constante a velocidade de iniciação, somente interferindo com o crescimento e a terminação das cadeias.

Na indústria é importante conhecer a ação dos inibidores e dos retardadores, pois são úteis para a estabilização dos monômeros. O inibidor pode ser efetivo durante a armazenagem e a polimerização.

Ao contrário das poliadições, em que a quantidade de polímero produzido é imensa, as policondensações envolvem quantidades muito menores de produtos. Essas reações são importantes porque, além dos polímeros tradicionais, como resinas fenólicas, uréicas, melamínicas e epóxicas, possibilitam também a obtenção de polímeros especiais denominados polímeros de especialidade, que denotam excepcional desempenho e que eram conhecidos como novos materiais.

Os polímeros de condensação têm pesos moleculares menores do que os de adição, por isso em muitas vezes se torna necessária à chamada cura, isto é, a reticulação do oligômero durante o processo de produção do artefato. Nas polimerizações por condensação os estágios de iniciação, propagação e terminação são confundidos. As reações ocorrem de forma semelhante às das moléculas não poliméricas.

2.7 Polímeros de interesse industrial – plásticos

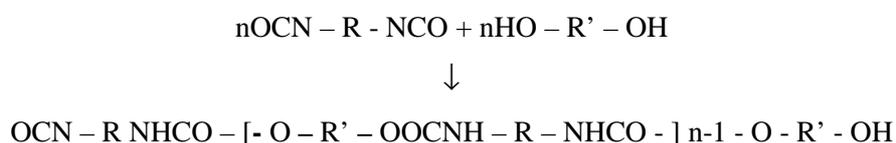
Os plásticos industriais mais importantes são todos de origem sintética. Poucos são obtidos por modificação química de polímeros naturais, como o acetato de celulose. Os primeiros materiais plásticos empregados na indústria foram processados de produtos naturais por modificação química, como o nitrato de celulose (do algodão), a galalite (da caseína do leite) e a ebonite (da borracha natural). Já os primeiros plásticos sintéticos foram os PR's, conhecidos como *bakelite*, em 1910 e mais tarde na década de 30, PVC, PMMA e PS. Depois surgiram o PEBD, PU e ER. Na década seguinte surgiram POM, PEAD, PP e PC. Nesta época ocorreu o grande desenvolvimento da

química de polímeros. Desde então, somente se destacaram como novos plásticos algumas estruturas poliméricas para aplicação como polímeros de especialidade.

Segundo VILAR (1999) a maior parte dos polímeros industriais é destinada ao mercado de plásticos. A capacidade instalada para a produção de polímeros, no Brasil em 1994, ultrapassava quatro milhões de toneladas/ano. Dos diversos plásticos existentes, o PU é o foco desta pesquisa. Em função disso, abaixo será feita uma explanação, demonstrando suas principais características.

2.8 Poliuretano

Os poliuretanos são sintetizados de uma forma muito simples, por uma reação de poliadição em etapas, basicamente a partir de compostos hidroxilados (OH) e isocianatos (NCO), ambos com funcionabilidade igual ou superior a dois. Quando a funcionabilidade de um ou ambos os reagentes é maior do que dois, então PU's ramificados ou reticulados são obtidos. A reação genérica de um PU linear derivado de um composto di-hidroxilado e de um di-isocianato está representada abaixo.



Quadro 2: O Poliuretano

Poliuretano	
Monômeros	$\text{O} = \text{C} = \text{N} - \text{R} - \text{N} = \text{C} = \text{O}$ $\text{HO} - \text{R} - \text{OH}$ Di-isocinato (líquido) Diol (líquido)
Polímero	Poliuretano $\begin{array}{cccc} \text{O} & \text{H} & \text{H} & \text{O} \\ \parallel & & & \parallel \\ -\text{C} - \text{N} - \text{R} - \text{N} - \text{C} - \text{O} - \text{R}' - \text{O} - \end{array}$
Preparação	Policondensação em massa. Monômeros, catalisador, 30°C.
Propriedades	Peso molecular: -; d: variável Cristalinidade: -; T _g : -; T _m : -

	Material termoplástico ou termorrígido. Alta resistência à abrasão. Alta resistência ao rasgamento.
Aplicações	Amortecedores, diafragmas e válvulas de equipamentos industriais para processamento e transporte de minérios. Solados. Matéria-prima básica para pranchas de surfe. Blocos e folhas de espuma flexível para estofamentos de carros e de móveis e para confecção de bolsas e roupas.
Nomes comerciais	Vulkolane, Lycra, Estane, Duroprene, Adiprene.
No Brasil	Fabricado por Cofade, Dow (SP), Vulcan e Bayer (RJ)
Observações	PU é um material versátil, dependendo dos monômeros e do catalisador, uma grande variedade de materiais pode ser obtida (cerca de 77 mil tipos), com textura maciça ou celular. Podem resultar borrachas, plásticos ou fibras, de natureza termoplástica ou termorrígida. Os di-isocianatos podem ser do tipo aromático ou alifático, os mais importantes são: MDI (4,4' – diisocianato de difenilmetano) e TDI (mistura de 2,4- e 2,6- diisocianato de tolueno). Os dióis podem ser do tipo poliéter ou poliéster. Poliuretanos termoplásticos (TPU) são polímeros fusíveis, preparados pela reação de di-isocianato com ligeiro excesso de diol (0,1%), gerando polímero terminado em OH, de peso molecular 100 000.

Fonte: MANO, E. B. e MENDES, L. C. Introdução a Polímeros. 2ed. São Paulo: Edgard Blücher. 1999

Como cita VILAR (1999), os poliuretanos foram descobertos em 1937 por Otto Bayer. São normalmente sintetizados pela reação de um isocianato (di ou polifuncional) com um polioliol ou outros reagentes (agentes de cura ou extensores de cadeia), possuindo dois ou mais grupos reativos. Os compostos que contêm hidroxilas podem variar quanto ao peso molecular, natureza química e funcionalidade. Os isocianatos podem ser aromáticos, alifáticos, ciclo-alifáticos ou policíclicos. Os polióis podem ser poliéteres, poliésteres, ou ainda ter uma estrutura hidrocarbônica. A funcionalidade dos reagentes, assim como a natureza química pode ser escolhida de acordo com as propriedades aspiradas. Esta diversidade de reagentes proporciona a obtenção de uma gama de compostos com diferentes propriedades físicas e químicas, que permite aos poliuretanos

ocuparem uma posição marcante no mercado mundial de polímeros sintéticos de alto desempenho.

WURTZ (1848) foi o primeiro cientista a sintetizar isocianatos pela reação de dietilsulfato e cianeto de potássio, HENTSHEL (1884) sintetizou pela primeira vez um isocianato através da fosfogenação de amina. BAYER realizou em 1937, a primeira síntese de poliuretano a partir de um diisocianato.

No final da década de 30, o desenvolvimento comercial dos poliuretanos iniciou-se na Alemanha, com a fabricação de espumas rígidas, adesivos e tintas. Na década de 40, os elastômeros de PU's foram criados na Alemanha e Inglaterra. Durante a década de 50 foi registrado o grande desenvolvimento comercial dos PU's em espumas flexíveis. A partir de 1960, o uso de clorofluorcarbonetos (CFC's) como agente de expansão das espumas rígidas resultou no emprego do PU como isolante térmico. Nos anos 70, as espumas semi-rígidas revestidas com materiais termoplásticos foram amplamente utilizadas na indústria automobilística. Na década de 80 o grande avanço comercial no campo de PU foi a moldagem por injeção e reação (RIM), que impulsionou os estudos das relações entre estrutura, moléculas e propriedade dos PU's. Em 1987, diversas nações, inclusive o Brasil, assinaram o Protocolo de Montreal, que prevê a não utilização de clorofluorcarbonetos pela indústria até 2007. E a partir da década de 90, VILAR (1999) explica que em função da progressiva preocupação com o meio ambiente, foram realizadas pesquisas para a substituição dos CFC's considerados danosos à camada de ozônio terrestre, pelos HCFC's (clorofluorcarbonetos hidrogenados), que minimizaram consideravelmente este impacto ambiental.

Em 1995 o consumo mundial de isocianatos polióis era da ordem de 6,6 milhões de toneladas/ano, comprovando ser um dos produtos mais versáteis empregados pelos mais diversos ramos da indústria planetária (VILAR, 1999).

Tabela 2: Demanda mundial de PU (1995)

Região do Planeta	Consumo Percentual de Poliuretano
América do norte	31%
Oeste europeu	29%

Extremo Oriente	18%
América Latina	8%
Japão	7%
Centro-leste africano	5%
Leste europeu	2%

Fonte: VILAR, W.D. *Química e tecnologia dos Poliuretanos*. 1999.

Inúmeras variações de produtos são obtidas pela combinação de diferentes tipos de polióis, isocianatos e aditivos, tais como: extensores de cadeia, catalisadores, agentes de expansão e surfactantes. Milhares de aplicações foram desenvolvidas para atender diversos segmentos de mercado. Os consumos percentuais estimados em 1995 nos diferentes segmentos industriais são apresentados na tabela abaixo.

Tabela 3: Consumo mundial de PU por segmento (1995)

Segmento Industrial	Consumo Percentual Mundial
Estofados	30%
Automotivo	16%
Construção Civil	15%
Isolamento termo-acústico	10%
Revestimentos	8%
Calçados	3%
Outros	18%

Fonte: VILAR, W.D. *Química e tecnologia dos Poliuretanos*. 1999.

As espumas flexíveis detêm quase 90% do mercado de TDI. O consumo de MDI em espumas rígidas constitui 75% do seu consumo total. A moldagem por reação e injeção é responsável por uma fatia de consumo total de elastômeros de poliuretano da ordem de 35%.

O mercado latino-americano representa cerca de 7 a 8% do mercado mundial, com um consumo estimado entre 400.000 a 500.000 toneladas anuais. A fatia de mercado do Brasil corresponde a aproximadamente 53% do total consumido na

América Latina e 68% do Mercosul. A taxa de crescimento do mercado latino-americano de PU é projetada em 5% ao ano (VILAR, 1999).

As espumas de PU's usam, além dos isocianatos, polióis e demais aditivos, os agentes de expansão, para obtenção dos poliuretanos celulares. Os agentes mais utilizados são a água, que age conduzindo os cianatos liberando gás carbônico e os CFC'S, que são volatilizados pelo calor emanado durante a reação de síntese dos PU's.

Como a emissão dos CFC's, são as principais responsáveis pela degradação da camada de ozônio, muitas alternativas vêm sendo estudadas levando-se em conta a toxicidade, inflamabilidade, impacto ambiental, custo e propriedades físicas. Os agentes de expansões alternativos mais empregados para uso em espumas de PU são: a água; os clorofluorcarbonetos hidrogenados (HCFC's); o ácido fórmico; os hidrocarbonetos perfluorados (HFC's); o pentano; o gás carbônico o nitrogênio, entre outros. Para substituir a curto e longo prazo tem sido estudadas alternativas de redução dos CFC's. A toxicidade dos HCF's ainda está sendo estudada, porém, estudos preliminares os consideraram 95% menos degradantes do que os CFC's. Estudos posteriores mostraram que o HCFC-22 usado em espumas rígidas e em compressores era apenas 75% menos ativo que os CFC's.

Estas mudanças afetam os segmentos da indústria de PU de diferentes modos. Como exemplo, para os segmentos da indústria da produção de espumas flexíveis em blocos (colchões e estofados), flexíveis moldadas, assentos automotivos e espumas semi-rígidas, a eliminação do uso do triclorofluormetano (CFC-11) como agente de expansão auxiliar é viável com um custo adicional mínimo. O agente de expansão mais utilizado é a água, que reage com os isocianatos, emitindo gás carbônico. Há também a utilização do ácido fórmico como agente expensor, que reage com os isocianatos liberando monóxido e dióxido de carbono. Outra alternativa é o emprego de dióxido de carbono líquido, como elemento da expansão, nos processos contínuos de fabricação de blocos de espumas flexíveis.

As espumas rígidas para isolamento termo-acústico, em bloco (painéis de divisórias) e as fabricadas por pulverização (*spray*) necessitam do uso dos CFC's ou

HCFC's, para minimizar a condutividade térmica do PU como material isolante. Os HCFC's são menos impactantes à camada de ozônio terrestre e ao fenômeno de aquecimento global do que os CFC's. A toxicidade dos HCFC's ainda é objeto de estudo e está sendo avaliado o seu uso como substituto dos CFC's. Dentre os HCFC's, o mais utilizado é o CH_3CFCl_2 (HCFC-141b).

Alternativas menos danosas ao meio ambiente do que o uso dos HCFC's para as espumas rígidas, empregadas em isolamento termo-acústico, estão sendo testadas como o uso de pentanos (n-pentano, iso-pentano e ciclopentano) além de hidrocarbonetos perfluorados (HFC's) [HFC-245a ($\text{CF}_3\text{CH}_2\text{CF}_2\text{H}$) e perfluorhexano].

A troca dos CFC's por outros agentes de expansão tem ocorrido de forma diferenciada nas diversas regiões do mundo. Na Europa e no Japão, o CFC-11 tem sido substituído pelo HCFC-141b ou n/iso-pentanos na construção civil. Nos EUA, a principal alternativa é o HCFC-141b por conta das incertezas acerca das propriedades, conseqüências ambientais e alta inflamabilidade da espuma rígida sintetizada com pentanos. Na América Latina, Oriente Médio, África e Ásia o CFC-11 ainda é amplamente utilizado, contudo o seu uso tende a ser gradualmente eliminado.

A redução do uso dos CFC's, antes dos substitutos estarem totalmente desenvolvidos e validados cientificamente, pode interferir no seu custo, com a tendência de aumento de preços com a redução da demanda. Em curto prazo pode ocasionar efeitos significativos na concorrência dos PU's rígidos nos mercados de isolamento termo-acústico para a indústria da refrigeração e da construção civil.

2.9 Espumas rígidas

Representam a segunda maior fatia do mercado de PU's, atrás das espumas flexíveis. Da década de 60, até o ano de 1996 este mercado atingiu a cifra de 1,7 milhões de toneladas, representando 25% do consumo mundial de PU's. Este produto pode ser fabricado por *spray*, derramamento ou outras técnicas. Tais métodos são empregados para produção de painéis isolantes para pisos e divisórias, material para

embalagem, mobiliário e produção de *plugs* (matéria prima básica para a produção de pranchas de surfe), entre outros.

As espumas rígidas de PU possuem uma estrutura polimérica, altamente reticulada com células fechadas. São fabricadas desde densidade baixas (10 kg/m^3) até altíssimas densidades (1100 kg/m^3).

Hoje em dia, as espumas rígidas tornaram-se objeto de discussões, principalmente no plano ambiental, por conta dos seguintes aspectos: impacto ambiental decorrente do uso dos CFC's; inflamabilidade e reciclagem. Diversas alternativas de agentes de expansão menos impactantes já estão sendo empregadas. No mercado europeu, os pentanos estão sendo amplamente utilizados, devido ao seu baixo potencial de degradação. As espumas rígidas atendem às normas internacionais de segurança no que tange a sua inflamabilidade. As pesquisas caminham na obtenção de espumas livres de retardantes de chamas halogenados. Resíduos desses materiais têm sido recuperados com a adição do diisocianato de difenilmetano (MDI) e termoprensagem em elevadas temperaturas, para a obtenção de placas com aplicações diversas, desde assoalho até mobiliário. Outro método é a reciclagem química (glicólise primária). Este processo transforma produtos reciclados em novas matérias primas. É possível também promover a incineração destes dejetos com recuperação de energia, em função de seu alto poder calorífico, na produção de cimento em fornos de *clinker*. Uma empresa em São Paulo realiza o co-processamento de resíduos ao custo de R\$300,00 por tonelada, apesar de um movimento mundial para banir a queima de produtos que contém cloro.

As principais matérias primas empregadas na síntese dos PU's são os isocianatos, polióis, formadores de ligações cruzadas, agentes de expansão, catalisadores, surfactantes, elementos antichama, cargas, aditivos, entre outros. Para a produção de estrutura polimérica altamente reticulada nas espumas rígidas de PU, são usados isocianatos e polióis de alta funcionalidade e formadores de ligações cruzadas.

ISOCIANATOS

Cerca de 95% de todos os isocianatos consumidos são derivados do tolueno diisocianato (TDI) e do difenilmetano diisocianato (MDI). O isocianato usado na produção de blocos de PU empregado na produção de pranchas de surfe é o TDI.

TOLUENO DIISOCIANATO (TDI)

O TDI é um diisocianato com funcionalidade igual a dois e apresenta maior reatividade do grupamento NCO, localizado na posição quatro do anel aromático em relação aos grupamentos NCO nas posições dois e seis devido, principalmente, ao impedimento estérico do grupamento metila mais próximo. Normalmente utilizado como mistura dos isômeros 2,4 e 2,6 em proporções 80/20 (TDI 80/20), é também comercializado nas proporções de isômeros 65/35 (TDI 65/35), ou puro (TDI-100).

POLIÓIS

Uma gama enorme de polióis é usada na síntese de PU's, como os polióis poliéteres, polióis poliésteres, óleo de mamona, polibutadieno líquido com terminação hidroxílica e outros. As espumas flexíveis de elastômeros são geradas a partir de polióis com peso molecular (PM) entre 1000 e 6000 e funcionalidade entre 1,8 e 3,0. As espumas rígidas e tintas de alto desempenho são sintetizadas através de polióis de cadeia curta ($250 < PM < 1000$) e de alta funcionalidade (3 a 2), que produzem cadeias rígidas com alto teor de ligações cruzadas.

As espumas rígidas são processadas empregando-se polióis poliésteres aromáticos e polióis poliéteres, com alto teor de hidroxilas e funcionalidade elevada. Aumentando-se a funcionalidade e o número de hidroxilas, eleva-se consideravelmente a viscosidade do polioliol e assim diminui-se sua compatibilidade com os CFC's, HCFC's e pentanos utilizados como agentes de expansão para este produto. Os polióis poliéteres usados em espumas rígidas contém alto teor de hidroxilas de funcionalidade igual ou superior a quatro. Eles são produzidos a partir da reação de epoxidadação do sorbitol ou

da sacarose, ou mesmo da associação destes com glicerina ou aminas, com óxidos de propileno e etileno, lançados aleatoriamente na cadeia polimérica ou em blocos. Estes polióis são mais compatíveis com os agentes de expansão.

O poliol poliéster apresenta, na síntese de espumas rígidas, melhores propriedades de combustão e estabilidade térmica. Os polióis poliésteres aromáticos são usados na área de laminados, em espumas de polisocianurato, devido a baixa combustão, produção de fumaça e custo reduzido.

ADITIVOS

Além dos di-isocianatos e polióis, matérias primas básicas para a síntese dos PU's, uma gama de produtos químicos podem ser adicionados para controlar ou modificar a reação de formação dos poliuretanos quanto as suas propriedades finais. Estes aditivos são chamados de: catalisadores; inibidores; extensores de cadeia; formadores de ligações cruzadas; agentes de expansão; surfactantes; retardantes de chama; pigmentos; cargas e desmoldantes.

CATALISADORES

Os catalisadores são amplamente utilizados na manufatura dos diversos tipos de PU, para que a reação dos isocianatos, com álcoois, água e com ele mesmo sejam mais acelerados. São empregados nos PU's celulares (espumas flexíveis, semi-rígidas, rígidas e elastômeros microcelulares) e nos PU's sólidos (elastômeros, revestimentos, selantes e adesivos, entre outros), para a produção de espumas rígidas com células fechadas com um perfil entre as reações de expansão, geleificação e velocidades de cura adequadas aos processos fabris, exercendo importante influência nas propriedades do produto, devido a relação à composição do esqueleto macromolecular, que depende do encadeamento final das matérias primas.

Diferentes tipos de catalisadores são usados para a reação do isocianato com a água e com polióis: aminas terciárias alifáticas ou aromáticas e compostos

organometálicos. O catalisador deve ser suficientemente nucleofílico para estabilizar por ressonância o grupo isocianato ou ativar o composto que contém o átomo de H ativo.

As aminas terciárias são usadas tanto na catálise da reação do isocianato com o poliol formando o PU, quanto na catálise da reação com a água, gerando poliuréia e gás carbônico. Os catalisadores organometálicos são empregados na catálise da reação de isocianato com poliol formando o PU.

INIBIDORES

São ácidos de BRONSTED ou LEWIS, que retardam a transferência do próton para o grupo isocianato. Os inibidores mais usados, em pequenas concentrações, relacionados ao grupo isocianato são: HCl, cloreto de benzoila e ácido p-tolueno sulfônico. Estes inibem a reação dos grupos NCO livres com os hidrogênios ativos dos grupos uretânicos, evitando a formação de ligações cruzadas do tipo alofanato, que provocam a geleificação do pré-polímero.

EXTENSORES DE CADEIA

São polióis ou poliaminas de baixo peso molecular empregados para otimizar as propriedades dos PU's, seja pela formação de estrutura de domínios de segmentos rígidos segregados no caso dos extensores de cadeia e agentes de cura, seja pela introdução de ligações cruzadas covalentes no caso dos geradores de ligações cruzadas.

Os extensores de cadeia são usados em PU's flexíveis como espumas, elastômeros microcelulares e moldados por vazamento e sistemas RIM. Também são utilizados para maximizar o número de ligações covalentes em PU's rígidos, como espumas rígidas e semi-rígidas.

AGENTES DE EXPANSÃO

Os PU's celulares são processados com o uso de agentes de expansão para gerar bolhas de gás na mistura reagente. As espumas flexíveis são feitas usando o gás carbônico, resultante da reação do isocianato com a água como agente de expansão, ou associando-se com outro agente auxiliar de expansão. As espumas rígidas, por serem sintetizadas com polióis de alta funcionalidade e alta reatividade, emanam calor de reação suficiente para vaporizar os agentes de expansão não reativos. Por tradição, o agente de expansão CFC-11 era o mais usado em espumas rígidas, em certos casos misturado como CFC-12, que tem menor ponto de ebulição. A baixa condutividade térmica de CFC-11 é fator importante para aumentar suas propriedades isolantes.

SURFACTANTES

São materiais essenciais na síntese da maioria dos PU's, pois promovem a mistura de reagentes pouco miscíveis. As primeiras espumas de PU usavam um ou mais surfactantes orgânicos e normalmente não iônicos. Certas espumas flexíveis de baixa densidade ou semi-rígidas, a base de poliéster, utilizam surfactantes orgânicos como os ácidos graxos ou sal sódico do ácido ricinoleico sulfonado, entre outros. Entretanto, a maioria das espumas flexível e rígida é processada com o uso de organo silanos ou surfactantes a base de silicone. Os surfactantes para espumas rígidas têm uma maior atividade superficial do que os empregados em espumas flexíveis, com o predomínio de cadeias hidrofílicas de poliéter como o polióxietileno. Os surfactantes desempenham um papel importante no processo de espumação. Se a velocidade da reação é rápida o suficiente, a massa polimérica em expansão adquire uma estrutura reticulada que encapsula o agente de expansão nas células fechadas. Os poliéterpolisiloxanos são os mais utilizados em espuma rígida, formando uma estrutura de células fechadas, uniformes e sem espaços vazios.

CARGAS

As cargas são usadas sob a forma de partículas ou fibras, na maior parte dos PU's visando reduzir custos e melhorar propriedades. Em termos quantitativos, os carbonatos e as fibras de vidro são as cargas de maior relevância. Também são empregadas cargas orgânicas como madeira, palha, alumina, sílica, negro de fumo, entre muitas outras.

Nas espumas flexíveis e rígidas as cargas são utilizadas para maximizar sua densidade e resistência a compressão. O emprego de cargas em espumas de PU é uma tecnologia bem estabelecida e amplamente usada nos EUA. Cargas inorgânicas, como sulfato de bário, têm sido usadas em espumas flexíveis para aumentar a densidade e o suporte de carga. O uso de cargas inorgânicas tem diversas desvantagens, tais como: dificuldade de preparar e manter a dispersão, dificuldades na remoção do ar retido e de misturar e bombear o polioliol com carga, perda de propriedades físicas, dificuldades de processamento em algumas máquinas contínuas e incorporação de elementos perigosos na formação dos PU's.

AGENTES ANTIENVELHECIMENTO

A maioria dos PU's tem a tendência a amarelar quando expostos a luz solar, sem nenhuma perda das propriedades mecânicas, por conta da fotodegradação decorrente da oxidação fotoquímica das ligações uretânicas dos isocianatos aromáticos. Pode se evitar este fenômeno pelo uso de agentes antienvelhecimento ou pelo emprego de isocianatos alifáticos. Os mais usados são os antioxidantes e os fotos protetores.

PIGMENTOS

Para a produção de PU's coloridos, pigmentos são misturados ao poliol ou ao plastificante, que formam uma pasta que é adicionada a formulação empregada. Os mais utilizados são o dióxido de titânio, óxido de ferro, óxido de cromo, sulfeto de cromo, entre outros. Outra forma de colorir os PU's consiste em recobrir sua superfície com uma tinta. Esta coloração poderá ser realizada também pela pintura das paredes dos moldes, quando se tratar de poliuretanos moldados.

RETARDANTES DE CHAMA

Como todos os materiais orgânicos, os PU's entram em combustão sob a ação do oxigênio e do calor. Para amenizar este fenômeno são usados retardantes de chama como os compostos de halogênios e fósforo. Os compostos fosforados têm um efeito de catálise de quebra do PU e por via de reações de desidrogenação e desidratação formam uma superfície protetora carbonizada. O hidróxido de alumínio (alumina hidratada) é um eficaz retardante de chama, pois perdendo água entre 108 e 200°C, resgata o calor do sistema e forma uma camada protetora através do óxido de alumínio resultante.

DESMOLDANTES

Em poliuretanos moldados são normalmente empregados desmoldantes internos ou externos com o objetivo de facilitar o desprendimento do produto no molde, sem alterar sua conformidade.

Os desmoldantes internos são usados em moldagens por injeção e reação (RIM). Sabões metálicos como estearato de zinco, óleos a base de ésteres, ceras e silicones são usados para esta finalidade. Como estas substâncias são insolúveis nas resinas, devem ser misturadas de forma homogênea. Na síntese do PU, estas emulsões ou dispersões são quebradas e o desmoldante migra para a parede do molde, formando um filme, que atua como uma barreira que impede as interações químicas e físicas entre o PU e a parede do molde.

Os desmoldantes externos são necessários mesmo quando são utilizados os internos. Em condições normais, é viável um ciclo de 20 a 100 desmoldagens antes de o externo ser novamente aplicado. Estes desmoldantes devem ser incompatíveis com o PU e aplicados no molde através de diferentes técnicas e devem possuir uma baixa tensão superficial para propiciar a formação de filmes homogêneos, delgados, sem falhas e quimicamente inertes na superfície.

Três principais tipos de desmoldantes externos são empregados: os a base de solvente com baixo teor de sólidos (LSSB); os a base de solvente com alto teor de sólidos (HSSB) e os desmoldantes a base de água (WB). Nos LSSB's uma diminuta porção de cera está suspensa num hidrocarboneto, como éter de petróleo. No momento em que o desmoldante é pulverizado no molde quente, o hidrocarboneto evapora, formando um filme na superfície do molde, que evita a aderência do PU. Este processo é danoso ao trabalhador e ao meio ambiente, pois a emissão do LSSB possui 97% de solvente, com materiais poluentes e com alto valor de consumo de oxigênio. Os WB's são usados respeitando as normas ambientais, porém suas desvantagens são o custo mais alto e maior ponto de ebulição da água e sua reatividade com os isocianatos. No caso de espumas flexíveis moldadas, isto pode gerar células mais fechadas na superfície, que aumentam a rigidez do produto.

2.10 Formação da espuma

As espumas rígidas de PU possuem uma estrutura rígida muito reticulada, que é responsável pelas suas propriedades mecânicas. Sua estrutura é composta por células fechadas, que contribui para a rigidez da espuma. A condutividade térmica do gás retido nestas células fechadas é o fator determinante nas propriedades de isolamento termo-acústico da espuma.

Duas reações principais ocorrem durante a preparação das espumas rígidas de PU: a primeira denominada de reação de gelificação acontece entre o polioli polifuncional com o isocianato, formando a ligação uretano; a segunda reação do isocianato com a água forma grupos uréia e gás carbônico, que expande a espuma.

Outras reações ocorrem durante a pós cura da espuma, com os átomos de hidrogênio ativos dos grupos uretano e uréia. Estas reações são muito lentas e formam as ligações cruzadas alofanato e biureto, que contribuem para o aumento da sua densidade.

A nucleação é a primeira ocorrência, que acontece após a mistura dos componentes em um agitador mecânico ou por choque. Minúsculas bolhas de ar, retidas na mistura reagente, são responsáveis pela nucleação, que é seguida pelo crescimento das bolhas, tanto pela difusão do gás carbônico formado, quanto pela difusão dos agentes de expansão auxiliares volatilizados pelo calor emanado pela reação. A forma dodecaédrica típica das células da espuma é formada quando as bolhas em crescimento se tocam; neste estágio, a estabilização por surfactantes é indispensável, porque a formação da estrutura polimérica reticulada ainda não está completa.

O perfil da expansão das espumas pode ser monitorado pela mensuração do seu tamanho, temperatura e viscosidade durante seu crescimento. Quando a temperatura atinge de 50 a 70% do seu nível máximo, o crescimento da espuma está quase finalizado. Um endurecimento significativo ainda pode ser observável e somente cessa de expandir cerca de seis minutos após o início da reação. O crescimento da viscosidade devido a polimerização é acompanhado por um aumento simultâneo da temperatura. Após a moldagem, o polímero necessita de um tempo de cura (cerca de 72 horas) antes da sua desmoldagem.

2.11 Propriedades das espumas rígidas de PU

A característica termorrígida das espumas de PU é evidenciada pelo fato de que estas não são fusíveis, têm alto ponto de amolecimento e boa resistência a produtos químicos. O material pode ser usado em faixas de temperatura de -200°C a $+150^{\circ}\text{C}$.

Apesar das espumas rígidas de PU serem termorrígidas, são mais dúcteis do que quebradiças. As propriedades dependem da densidade da espuma. A tensão de ruptura e o módulo crescem com o aumento da densidade e somente o alongamento decresce na ruptura.

Em função do agente de expansão usado, as células podem ser abertas ou fechadas, e em alguns casos, mistas. Células pequenas possuem um diâmetro $< 0,25\text{mm}$ e as grandes $>0,5\text{mm}$. As células fechadas, quando contém o triclorofluormetano (CFC-11), têm um coeficiente de condutividade térmica muito reduzido e baixa absorção de som ou calor. Os processos de difusão e fluxo são impedidos pelas paredes das células.

As propriedades mecânicas das espumas rígidas de PU são dependentes da densidade, da estrutura celular e do processo fabril. O esqueleto polimérico deve ser forte para resistir às tensões. A aplicação de esforços externos deforma a estrutura celular, podendo gerar um colapso das células. A resistência mecânica deste material é avaliada quanto à compressão, tensão, rasgo e flexibilidade.

A resistência à compressão das espumas rígidas é importante na maioria das aplicações. Uma amostra uniforme de dimensões padronizadas é comprimida a uma taxa de 10% e a tensão máxima suportada é determinada. Se a tensão máxima de compressão é alcançada antes de 10% de deformação, este será o valor considerado. Usualmente é empregado o valor a 10% de deformação, porque a experiência mostra que este valor é bem próximo do valor máximo de resistência à compressão.

As espumas rígidas de PU, como todos os produtos orgânicos são inflamáveis. Elementos antichama são empregados na fabricação destes materiais, pelo seu grande uso na construção civil. Para reduzir a combustão das espumas rígidas, introduz-se estrutura de polisocianurato na cadeia macromolecular.

2.12 Segurança e saúde

Na manufatura e processamento dos PU's, o indivíduo deve ser protegido dos efeitos das matérias primas classificadas como nocivas à saúde, como isocianatos, aminas e solventes. As seguintes informações são calcadas na experiência prática e considerações toxicológicas dessas matérias primas, tais como são encontradas na medicina ocupacional e foram compiladas do catálogo de produtos da Clark Foam.

2.12.1 Isocianatos

A forma mais comum de exposição a esta substância é através de inalação. Os vapores de isocianatos podem irritar as membranas mucosas do sistema respiratório (nariz, garganta e pulmões), gerando irritação nasal, dor de garganta, tosse, desconforto no peito, falta de ar e redução da função pulmonar. Pessoas com hipersensibilidade bronquial não específica podem responder às concentrações muito baixas, com sintomas semelhantes a um ataque de asma. Exposições a altas concentrações podem levar a bronquites, espasmos bronquiais e edemas pulmonares (líquido no pulmão), porém todos estes efeitos são geralmente reversíveis.

Pneumonias químicas ou por hipersensibilidade, com sintomas de gripe (febre e calafrios) também têm sido notificadas. Como resultado de repetidas pequenas exposições ou a uma única grande dose, certos indivíduos podem desenvolver sensibilidade (asma química) a isocianatos, que pode causar uma reação em posteriores exposições, mesmo que em concentrações muito baixas. Sintomas de aperto no peito, respiração ofegante, tosse, falta de ar ou ataque asmático podem ocorrer imediatamente ou após diversas horas passadas da exposição. Contatos crônicos aos isocianatos podem causar permanente seqüela ao pulmão. A sensibilidade poderá ser permanente ou temporária. Diante destes efeitos nocivos à saúde, o valor limite de tolerância (VLT), para a maioria dos isocianatos é de 0,005 ppm para exposições superiores a 8 horas e de 0,02 ppm para contatos por curto período de tempo. O efeito tóxico da inalação dos diversos isocianatos é similar e as variações de toxicidade destas substâncias ficam por conta das diferentes pressões de vapor. Como exemplo, em temperatura ambiente, o TDI é mais tóxico do que o MDI pela sua maior pressão de vapor. Entretanto, se o MDI for aquecido, poderá atingir pressão de vapor igual a do TDI em temperatura ambiente, tornando-se então, igualmente tóxico. De forma similar, quando isocianatos são aplicados por pulverização, altas concentrações de vapores de isocianatos podem ser alcançadas. Nestes casos deve ser usada uma excelente exaustão do local de trabalho, para manter a concentração abaixo do VLT, ou ainda o uso de máscara contra gases, segundo orientações do fabricante.

Os isocianatos, em contato com a pele, provocam descoloração local, em alguns casos vermelhidão, inchaço, erupção, bolhas e, ocasionalmente, alergia na pele. Os líquidos, aerossóis ou vapores podem causar severa irritação ocular, dores, laceração, vermelhidão, inchaço, dano à córnea e em contato prolongado com o vapor, pode gerar conjuntivite.

A ingestão pode resultar em irritação, ação corrosiva na boca, estômago e aparelho digestivo. Os sintomas podem incluir dor de garganta, dores abdominais, náusea, vômito e diarreia. Alguns tipos de isocianatos podem reagir com a saliva e provocar sua expansão dentro do organismo exposto caso seja ingerido.

2.12.2 Polióis

A maioria dos polióis é pouco tóxica em relação à exposição oral e considerada pouco irritante à pele e aos olhos. Porém estes compostos devem ser manuseados com cautela e de acordo com as recomendações dos fabricantes.

2.12.3 Catalisadores

As aminas terciárias e os compostos organometálicos são usados como catalisadores nas reações dos PU's. Algumas aminas terciárias são corrosivas à pele e óleos, podendo causar queimaduras, também geram turvação da visão e o efeito chamado halovisão, onde os vapores provocam inflamação temporária da córnea. A inalação desta substância poderá causar irritação no sistema respiratório superior e sensibilização. Alergias cutâneas também foram registradas. Muitas aminas têm ponto de ignição entre 6 e 46°C e são classificadas como líquidos combustíveis ou inflamáveis. Os compostos organometálicos podem penetrar na pele e membranas mucosas, causando inflamação local ou sensibilização, portanto contato na pele e nos olhos com os organometálicos deverá ser evitado.

2.12.4 Agentes de expansão e solventes

Cuidados preventivos devem ser tomados no manuseio dos clorofluorcarbonos, clorofluorcarbonos hidrogenados, como cloreto de metileno (VLT=1000 ppm) usado como agentes de expansão. A inalação de altas concentrações de CFC's pode ser perigosa, podendo provocar anestesia e inconsciência, além de provocar arritmias cardíacas e fibrilação ventricular.

Pelo fato dos vapores dos CFC's e HCFC's serem mais pesados que o ar, em áreas confinadas pode ocorrer deslocamento do suprimento de oxigênio, pelo acúmulo de altas concentrações destes produtos. Apesar destes materiais serem considerados não inflamáveis, quando aquecidos podem se decompor e gerar substâncias altamente tóxicas, como o fosfogênio e fluoreto de carbonila. Quando confinados e sujeitos a temperaturas elevadas, os CFC's são potencialmente explosivos. Pesquisas recentes demonstraram que os CFC's podem degradar a camada de ozônio que envolve a Terra, potencializando o efeito estufa, medidas de controle foram implementadas em todo o planeta, visando coibir seu uso.

O cloreto de metileno não é inflamável, porém quando aquecido pode produzir matérias tóxicas como ácido clorídrico e monóxido de carbono. Após contato com a pele, causa irritação, ressecamento e enfraquecimento da epiderme. A inalação pode causar depressão no sistema nervoso central, resultando em perda de memória e redução da atividade motora. A inalação de altas concentrações causou câncer em cobaias, com isso, é de extrema importância seguir as recomendações do fabricante para o manuseio seguro do cloreto de metileno. É necessário destacar que compostos clorados causam câncer.

2.12.5 Extensores de cadeia e agentes de cura

Estas substâncias são denominadas dióis ou polióis e diaminas e aminoalcoóis. Os di ou polióis são pouco tóxicos e podem ser manuseados com algumas restrições em temperatura ambiente. O contato com a pele e com os olhos deve ser evitado, assim como a inalação dos vapores, especialmente dos dióis aquecidos.

As diaminas devem ser manipuladas só em locais bem ventilados com cuidados de salubridade ao trabalhador. Todas as diaminas usadas em PU podem ser absorvidas através da pele. As diaminas aromáticas devem ser manuseadas com especial cuidado, principalmente em locais fechados e respeitando as recomendações de segurança do fabricante. A 4,4'-metilenobis (o-cloroanilina ou MOCA) é uma amina aromática muito usada como agente de cura. É extremamente recomendável que este material nunca seja manipulado fora de sistemas fechados e especialmente projetados pra este fim, pois a MOCA é classificada como substância industrial suspeita de potencial efeito carcinogênico.

2.12.6 Poeira

A poeira gerada durante o corte ou desbaste das espumas rígidas de PU pode causar irritação da pele, dos olhos e das membranas mucosas do nariz e garganta. Estudos com ratos em laboratórios indicaram que dificuldades respiratórias podem ser provocadas pela exposição a grandes quantidades de poeira de PU, finamente granulada. A exposição à poeira pode ser controlada através de um sistema de captação de partículas em suspensão ou proteção respiratória através de mascarar com filtros de carvão ativado. Esta poeira dispersa no ar, associada a determinadas condições de temperatura e pressão, pode acarretar em explosão, por isto o acúmulo destas partículas deve ser controlado. Diversos casos de câncer de pulmão em indivíduos que aspiraram poeira de PU, sem usar por longos anos os EPI's necessários foram registrados.

2.12.7 Inflamabilidade

Embora os produtos da combustão possam variar, teoricamente todos os materiais e espumas de PU queimam emitindo uma variedade de produtos tóxicos, gases potencialmente letais e densa fumaça negra. O tipo e quantidade de produtos de combustão variam com a composição do material, condições de queima, concentração de oxigênio e outros fatores. Como toda queima de produtos orgânicos, a principal emissão tóxica é o monóxido de carbono, porém como em outros polímeros nitrogenados, pode-se gerar gás cianídrico e óxidos de nitrogênio.

2.12.8 Ponto de fusão do material sólido

O ponto de fusão do PU em estado sólido é da ordem de 60°C.

2.12.9 Ponto de fusão de uma fina camada de pó da espuma

Segundo o Catálogo da Clark Foam (1989), qualquer combustível sólido, quando granulado é capaz de produzir uma poeira explosiva. Experimentalmente, uma explosão usando 200 polegadas cúbicas de pó de PU, indica que é necessária uma concentração mínima em suspensão no ar de 25 a 30 gramas de pó por m³ de ar, antes que uma explosão possa ocorrer. Outras experiências sugerem de 100 a 200 gramas por m³ como a mais baixa concentração crítica. Uma verificação na poeira suspensa no ar, durante a fabricação de peças de PU tem mostrado que a concentração de pó durante operações normais é consideravelmente menor que o mais baixo nível necessário para que uma explosão possa acontecer. Aparentemente, o pó de PU formado é insuficientemente pesado para permanecer em suspensão por muito tempo, se acomodando rapidamente e minimizando, portanto, o risco de combustão e de explosão.

2.12.10 Métodos de extinção de combustão

Usar vapores de água, dióxido de carbono ou do tipo universal de espuma encontrada em extintores.

2.12.11 Procedimentos especiais de combate ao fogo

Equipamento completo de emergência, com todo o aparato necessário para respiração e roupas protetoras que devem ser usadas por quem for combater o fogo.

2.12.12 Incêndio anormal e explosões perigosas

Durante um incêndio, vapores irritantes e gases tóxicos são emitidos. O pó combustível acomodado apresenta um risco, já que este tipo de distúrbio pode provocar uma nuvem de pó em concentração suficiente para ser explosivo. Um artigo publicado nos EUA, pela Associação Nacional de Proteção Contra o Fogo, mostra que muitas das explosões mais desastrosas foram causadas pelas explosões secundárias geradas quando um pó combustível em repouso, suspenso por uma nuvem de pó se torna potencialmente explosivo.

2.12.13 Informações sobre o perigo à saúde

Quadro 3: Efeitos críticos a uma superexposição

EFEITOS CRÍTICOS A UMA SUPEREXPOSIÇÃO	
Intoxicação animal (via oral)	A ingestão da espuma de PU por ratos, em quantidades equivalentes a 75g, mostrou que num período de cinco dias após o consumo não houve intoxicação.
Intoxicação animal (via inalação)	Enfisemas do tipo que normalmente decorre de exposições a pó finos foram observadas em ratos após uma exposição maciça ao PU.
Ingestão	Nenhum efeito conhecido.
Absorção pela pele	Nenhum efeito conhecido.
Contato com a pele	Nenhum efeito danoso à saúde tem sido observado diferente dos causados por outros abrasivos médios, se friccionados em demasia.
Inalação	A partícula de pó do PU, que entra nos pulmões é considerada cancerígena.
Contato com os olhos	Médio nível de periculosidade.
Efeitos crônicos à exposição	Registrados casos de câncer de pulmão em indivíduos sujeitos a intensa exposição.

Fonte: Catálogo Clark Foam Brasil 1990

Quadro 4: Primeiros Socorros

EMERGÊNCIA DE PRIMEIROS SOCORROS	
Espuma sólida	Nenhum efeito negativo observado.
Pó de espuma nos olhos	Lavar com água corrente e se a irritação persistir, procure um médico.
Pó de espuma na pele	Sensibilidade cutânea compelida via aspiração do pó de PU.
Inalação de pó de espuma	Procurar um médico caso ocorra problemas respiratórios após um razoável espaço de tempo.
Observação aos médicos	Não há nenhum antídoto ou tratamento específico. O tratamento deve ser o mesmo usado em qualquer tipo de intoxicação por plástico, material sólido ou pó. O pó da espuma é considerado abrasivo. O tratamento por superexposição deve ser direcionado ao controle dos sintomas e à condição clínica.

Fonte: Catálogo Clark Foam Brasil 1990

Quadro 5: Recomendações ocupacionais

RECOMENDAÇÕES QUANTO À PROTEÇÃO DE TRABALHADORES	
Quanto ao manuseio da espuma sólida	Luvas de borracha ou PVC.
QUANDO AO MANUSEIO DE PÓ DE ESPUMA	
Proteção para a pele	Sistema de aspiração do pó de PU.
Proteção para os olhos	Usar uma máscara própria para os olhos, bem ajustada.
Proteção respiratória	Usar máscaras anti-pó, que são filtradas mecanicamente e evitam a inalação de pó em todas as ocasiões. Mudar ou limpar os filtros de acordo com as recomendações de segurança.
Ventilação	É recomendado o uso de um sistema de captação de partículas suspensas para evitar intoxicação e incêndio.

Outros	Não acumular o pó de PU no chão, paredes, tetos, lâmpadas e máquinas.
--------	---

Fonte: Catálogo Clark Foam Brasil 1990

Quadro 6: Informações sobre reação

INFORMAÇÕES SOBRE REAÇÃO	
Estabilidade	Estável
Periculosidade de decomposição do produto	Ao queimar a espuma de PU são emitidas toxinas como o monóxido de carbono, óxido de nitrogênio e substâncias irritantes. Os blocos de PU destinados a fabricação de pranchas de surfe, não contêm ingredientes que retardam o fogo ou componentes fosfóricos.

Fonte: Catálogo Clark Foam Brasil 1990

Quadro 7: Principais precauções

PRECAUÇÕES ESPECIAIS E INFORMAÇÕES DE ARMAZENAGEM	
Sensibilidade especial (calor, luz e umidade)	Armazenar longe de fagulhas, chamas, outras fontes de combustão e livre da radiação solar. Armazenar à temperatura entre 10 e 30°C.
Armazenagem	Manter toda a área de armazenagem e fabricação isenta do pó, raspas e aparas da espuma de PU, pois representam uma fonte de alimento para combustão. Em áreas com acúmulo de pó, uma limpeza por aspiração ou sopro pode resultar numa explosiva concentração de pó.
Fumo	Órgãos oficiais mundiais de combate ao fogo proíbem o uso do fumo em locais de manipulação do PU.
Corte à quente	Não cortar à quente a espuma de PU sem que haja ventilação e outros controles de engenharia.

Fonte: Catálogo Clark Foam Brasil 1990

2.13 Reciclagem do poliuretano

Durante os últimos cinquenta anos, a indústria petroquímica sintetizou diversos produtos selecionados do processo do refino de petróleo em polímeros. Abaixo segue tabela informando os percentuais de participação de consumo de óleo refinados em diversos setores econômicos.

Tabela 4: Distribuição da utilização dos produtos de refino do óleo

Setor Econômico	Participação (%)
Transporte	53
Doméstico	16
Energia	9
Indústria	8
Química	5
Polímeros	4
Outros	4

Fonte: VILAR, 1999.

2.13.1 Tipos de resíduos

Para uma abordagem mais clara do tema reciclagem de PU, os resíduos são divididos em duas categorias (MITCHELL 1998): *in-situ*: são aqueles gerados no próprio local de produção ou transformação e livres de contaminação de outros materiais; pós-consumo: são gerados no fim da vida útil da peça ou produto, por falta de uma coleta seletiva efetiva, geralmente estes resíduos são misturados e enterrados junto com outros dejetos plásticos e de diversas outras constituições.

2.13.2 Consumo de PU no Brasil e no mundo

Gráfico 1: O mercado mundial de PU e sua evolução

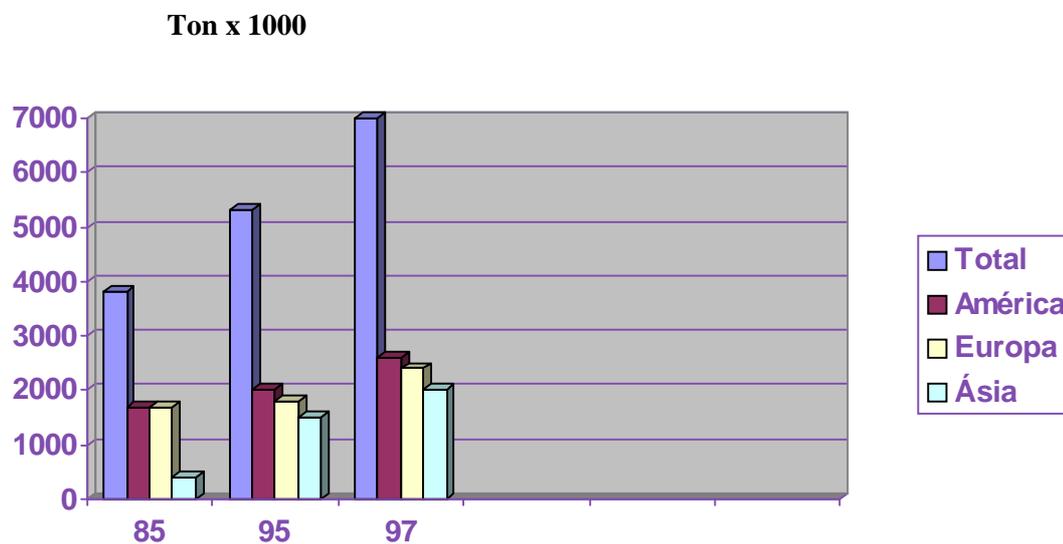
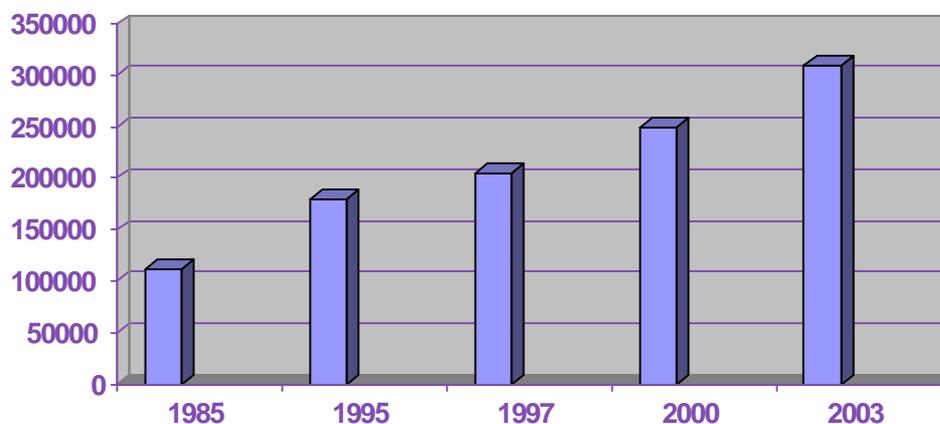


Gráfico 2: Mercado brasileiro de PU e sua evolução



2.13.3 Tratamento ambiental e econômico

O maior benefício ambiental resultará de um planejamento integrado e próximo ao local de manuseio do resíduo de PU, baseado nos seguintes aspectos: evitar o desperdício; desenvolver produtos ecológicos; recuperar o resíduo com viabilidade

técnica e econômica; reciclagem mecânica; termoprensagem e deposição em aterro industrial somente como último recurso.

2.13.4 Evitar o desperdício

Cada caso deverá ser analisado respeitando suas peculiaridades. Inicialmente é necessário realizar um diagnóstico para detectar, quantificar e estudar como eliminar ou minimizar ao máximo os pontos de geração de resíduos, com ênfase nos pontos de maior produção. A produção de rejeitos está relacionada de forma inversamente proporcional ao treinamento dos trabalhadores da produção industrial. Quanto maior for o seu nível de conscientização, menor será o desperdício. Pela quantidade e qualidade dos resíduos gerados é possível avaliar o grau de cultura e conscientização de uma sociedade ou de um grupo social.

2.13.5 Medidas de controle no processo produtivo do PU

A primeira medida é controlar a qualidade das matérias primas e sistematizar de forma otimizada a sua armazenagem. Utilizar moldes de boa qualidade e com um rígido controle da sua temperatura. Dimensionar a relação de mistura das resinas que sintetizarão o bloco de PU, controlando a temperatura destes produtos e zelando pelas condições de limpeza, manutenção de máquinas e equipamentos envolvidos. É necessário estabelecer com frequência aferições periódicas dos equipamentos de dosagem do sistema de limpeza, da manutenção preventiva de máquinas e equipamentos e implementação de um sistema de capacitação, treinamento e motivação para o pessoal da produção.

2.13.6 Considerações gerais

Quando se trata de poliuretano, uma grande família de compostos diferenciados é produzida e é necessário discernir o processo mais conveniente, que conjugue harmonicamente as variáveis ambientais, financeiras e técnicas. Por este motivo é preciso avaliar a reciclagem, segundo o tipo de PU, assim como também o tipo da peça a ser produzida com estes materiais recuperados.

2.13.7 Métodos de reciclagem de PU

2.13.7.1 Reciclagem mecânica

O primeiro passo é realizar a segregação, para evitar a contaminação de materiais adversos ao processo. Em seguida, é necessário micronisar os resíduos em uma granulometria de 0,5 a 2 mm. Reciclagem mecânica ou física significa o uso de uma forma de reciclagem de partículas que envolve uma gama de tecnologias bastante diferenciadas, como:

- re-ligação de espuma flexível, envolvendo a união de aproximadamente 90% de partículas residuais com cerca de 10% de resina de poliuretano, sobre pressão e temperatura determinadas;
- prensagem adesiva de espuma rígida (similar ao anterior) sendo que o percentual de resina é de 20%;
- re-ligação de partículas envolvendo o uso de cerca de 30 a 70% de resinas de poliuretano como matriz para incorporação de diversos tipos de partículas, como exemplo, pedaços de borracha residual utilizado para superfícies de pisos esportivos;
- moldagem por compressão com 100% de partículas de poliuretanos específicos, que são re-combinados para produzirem novas peças moldadas sob pressão de 350bar, calor de 180°C e elevadas tensões de cisalhamento;
- incorporação do pó residual de PU em novos artigos de poliuretano, em níveis de carga de cerca de 20 a 40%.

Nestes processos os resíduos são triturados em um moinho de corte, com o objetivo de transformá-los em um pó fino o bastante para ser adicionado o poliol. Ambos são misturados e em seguida é incorporado o di-isocianato. Esta mistura é homogeneizada e moldada para diversas aplicações. Pode-se produzir painéis para prover isolamento termo-acústico em edificações ou até blocos reciclados para produção de pranchas genéricas. É necessário aglutinar à mistura primária um elemento antichama (alumina hidratada), possibilitando seu emprego na construção civil com total segurança.

2.13.7.2 Termo-prensagem

Por este método, os resíduos também são triturados, misturados de forma homogênea com a alumina hidratada e acondicionados em uma cuba metálica. Este receptáculo é aquecido a uma temperatura de aproximadamente 180° C e em seguida uma prensa com potencial mínimo de 350bar comprime os dejetos formando um novo bloco, que poderá ser laminado em placas para isolamento termo-acústico ou até novos blocos para moldagem de pranchas de surfe. Este processo é o mais saudável do ponto de vista ambiental e financeiro, porque incorpora apenas um insumo ao processo da reciclagem (alumina hidratada), e utiliza máquinas que demandam pouco consumo de energia elétrica e não necessitam de água neste processo de recuperação do PU.

2.13.7.3 Reciclagem química

Processos de reciclagem química recuperam produtos de base óleo e gás a partir de fluxos de resíduos de PU's gerados. Os métodos empregados mais frequentemente incluem pirólise, hidrogenação, geração sintética de gás e redução ferrosa em altos fornos.

Quando são geradas pequenas quantidades de PU, pode-se empregar a reciclagem química, onde é possível obter degradação líquida de produtos a partir de poliuretanos, que podem então ser utilizados junto com novos materiais para a fabricação de novos poliuretanos.

Denomina-se quimiólise o processo de reciclagem química pelo qual os polímeros são transformados nas moléculas originais, ou intermediárias dos produtos petroquímicos que os originaram, de tal forma que poderão ser usados novamente como matéria-prima para a produção desses mesmos polímeros ou de outros. Para que seja viável do ponto de vista econômico, este processo precisa ser realizado em larga escala (acima de 100.000 toneladas). Para viabilizar esta metodologia, uma boa solução seria a de incorporar resíduos similares de outras indústrias (automotiva, náutica, de piscinas, caixas d'água e de refrigeração) com os dejetos do surfe, para alcançar a escala mínima para viabilizar este processo. Nesta metodologia é possível recuperar e encapsular o gás

emitido e utilizado para expandir o poliuretano. Este processo é subdividido em hidrólise, aminólise e glicólise. Os produtos deste subprocessos poderão ser tratados, gerando novos polímeros ou purificando seus componentes, para transformá-los em novas matérias-primas.

2.13.7.4 Incineração com recuperação de energia

A incineração de resíduos orgânicos com recuperação de energia é atualmente a forma mais efetiva para reduzir o volume dos resíduos de PU gerados, que de outra forma teriam que ser enviados pra aterros industriais ou usinas de reciclagem, que ainda são raras no mundo e inexistentes no Brasil. A combustão mostra ser adequada para todos os tipos de poliuretano, onde a reciclagem química ou mecânica não é viável por razões ambientais, econômicas ou simplesmente por dificuldades logísticas. Em São Paulo o custo médio para incineração de PU com recuperação de energia é da ordem de R\$ 300,00/ton (AMBIENTAL, 2003) e os dejetos de PU são queimados em fornos de *clínquer* na produção cimenteira. O PU possui um valor energético (6.000Kcal/Kg) recuperável, comparável ao do carvão (6.500 Kcal/Kg) e menor que o óleo combustível (9.500 Kcal/Kg). A preocupação da sociedade a respeito do impacto ambiental na incineração de resíduos está intimamente ligada ao conceito das antigas tecnologias utilizadas nos incineradores. Hoje em dia, os modernos equipamentos de queima de dejetos têm reduzido drasticamente as emissões gasosas nocivas, principalmente pelo efetivo e eficiente controle ambiental do processo e das instalações de tratamento posterior dessas emissões. Por este motivo, a indústria mundial de PU realizou uma série de testes de incineração e os resultados destes ensaios demonstraram que não há nenhum impacto nas emissões gasosas resultantes da queima de espumas de poliuretano contendo cloro, bromo e fósforo, desde que devidamente saneadas, através de filtros específicos e câmaras de depuração dos gases tóxicos. Uma vantagem adicional ao incinerar o PU para recuperar energia é que este substitui combustíveis, minerais primários e assim contribui na conservação dos recursos energéticos naturais.

2.13.7.5 Tecnologias disponíveis

Diferentes tipos de equipamentos podem ser utilizados para a combustão com recuperação de energia do PU residual. Fornos rotativos, leitos fluidizados, incineradores de duplo estágio e equipamentos de queima de massa são considerados eficientes. Estes processos são usados na indústria do cimento, estações de geração de energia elétrica (termoelétricas) e incineradores de resíduos municipais urbanos. Inúmeras pesquisas vêm mostrando que esse poder calorífico pode ser recuperado de uma forma ambientalmente eficiente em plantas industriais modernas equipadas com instalações para o tratamento e processamento de gás combustível.

2.13.7.6 Recuperação de CFC'S

Em muitos países da Europa, refrigeradores e *freezers* descartados são desmontados para a recuperação e encapsulamento dos CFC's, que eram usados nas antigas linhas de produção. O objetivo desta empreita é eliminar a emissão dos CFC's para a atmosfera. A adequação de espuma de PU rígida pra prensagem adesiva depende do nível de contaminação com termoplásticos, cobre, alumínio, aço e CFC's residuais. Protótipos têm sido testados com sucesso. Materiais a base de PU provenientes de velhos refrigeradores têm sido reutilizados em produtos novos. Painéis de fibras de uretanos de células abertas recicladas (RUF), produzidos através da união de detritos finamente granulados de espuma rígida de PU, gerados a partir de refrigeradores obsoletos, são já usados como espaçadores para painéis de isolamento a vácuo, que podem ser usados na produção de novos refrigeradores com maior eficiência energética.

2.13.7.7 Da espuma para novos recursos

Alguns exemplos de sucesso das novas formas de recuperação são citados a seguir: painéis prensados que são feitos de espuma de PU, que foi purificada após uma cuidadosa recuperação dos CFC's; espuma de PU micronizada para recuperação de CFC's, que é um excelente ligante para óleos; espuma granulada de PU, que é um agregado alternativo para a produção de argamassa e artefatos de concreto, de baixa densidade e com propriedades de isolamento termo-acústico; espuma recortada, que tem

sido usada também em altos fornos, como um agente redutor para minério de ferro e ainda empregada em fornos rotativos da indústria do cimento como combustível substituto do carvão, normalmente utilizado. Para finalizar, é interessante citar a co-combustão do PU residual com resíduos sólidos urbanos, que é uma prática já estabelecida na Dinamarca e na Suíça.

2.14 Preocupação com o meio ambiente

Segundo CAPRA (1999), a partir da década de 80, difundiu-se, em muitos países europeus, a consciência de que a degradação cotidiana ao ambiente poderia ser minimizada através de práticas de negócios sustentáveis. A Alemanha vivenciou uma explosão de produtos e serviços “ecologicamente corretos”. Esta postura alemã precisa ser encarada contra o pano de fundo de três vertentes que moldaram seu panorama político: a proliferação da conscientização ambiental na população, simultaneamente com a ascensão do ativismo ecológico, ambos modificando o comportamento dos consumidores; o surgimento do protesto tecnológico, como nova dimensão política, principalmente contra a energia nuclear e também a evolução do Partido Verde, introduzindo temas ecológicos críticos no processo político e legislativo.

Antes da década de 80, a proteção ambiental era encarada como uma questão marginal, indesejável, muito compelida, pois seus opositores alegavam que esta postura diminuiria a vantagem competitiva das empresas. Esta postura defensiva tinha objetivo de diminuir, rechaçar, combater ou evitar os pedidos de indenização por danos ambientais.

Nessa época, os gastos com conservação ambiental começaram a ser vistos pelas empresas líderes como investimentos no futuro e a possibilidade de se alcançar uma vantagem competitiva. A atitude passou de defensiva e reativa para ativa e criativa. O lema dos empresários de visão passou a ser “administrar com consciência ecológica” (LUTZ, 1990).

Com essa mudança de comportamento, formou-se uma aliança entre empresas alemãs e ativistas ecológicos, colocando em prática muitos projetos de “ecotecnologia”, gerando uma cooperação produtiva.

Surgiu então uma grande quantidade de empreendimentos voltados para o ambiente, desde a separação de lixo doméstico para reciclagem até as lojas especializadas em produtos “verdes” e as firmas de mala direta. As empresas tradicionais também iniciaram programas de reciclagem, rodízios de caronas para transporte de empregados e programas de minimização do consumo de água e energia. Estes fatos foram marcantes para o desenvolvimento e difusão da consciência ambiental. Está implícita nessa filosofia a noção de sustentabilidade, que virou um conceito chave do movimento ambientalista mundial.

No modelo Winter existem seis princípios considerados essenciais para o sucesso ao longo prazo de uma empresa responsável (WINTER et al, 1987):

1. Qualidade: um produto somente é considerado de alta qualidade se for produzido de uma forma ambientalmente benigna e se puder ser consumido e descartado sem causar danos ambientais.
2. Criatividade: a criatividade da força de trabalho de uma empresa é intensificada quando as condições de trabalho respeitam as necessidades biológicas humanas.
3. Humanidade: o clima geral de trabalho será mais humano se os objetivos e estratégias da firma forem voltados não somente para o sucesso econômico, mas também para o senso de responsabilidade para com todas as formas de vida.
4. Lucratividade: esta pode ser maximizada pela adoção de inovações ecológicas redutoras de custo e pela exploração de diferenciais de mercado, de produtos de apelo ecológico.
5. Continuidade: no interesse da continuidade da empresa, é cada vez mais importante evitar riscos de responsabilização decorrentes da legislação

ambiental e riscos de mercado resultantes da demanda decrescente de produtos danosos ao ambiente.

6. Lealdade: em última análise, os empregados de uma firma são leais a seu país e seus semelhantes, devido a uma ligação emocional que só existe enquanto a nação não se descaracteriza, como resultado da destruição do Meio Ambiente.

“Todas as atividades econômicas causam impacto sobre a sociedade e o meio ambiente e, portanto, geram custos sociais e ecológicos. A economia convencional trata esses custos, por mais vultosos que sejam, como circunstâncias exteriores. Eles são excluídos dos balanços patrimoniais e repassados pelo sistema para a população em geral, para o ambiente e para as gerações futuras” (HENDERSON, 1981).

No final da década de 60, o isolamento das empresas em relação ao mundo real tornou-se alvo de severas críticas em muitos países industrializados. Nesta época uma profunda mudança na atitude do povo americano com relação à necessidade de normas ambientais federais, levantadas em parte por *Silent Spring* (Primavera Silenciosa), de Rachel Carson, resultou em pressão para que os políticos tomassem uma atitude. Leis de importância crucial foram promulgadas no final dos anos 60 e início dos anos 70. Foi criada a Agência de Proteção Ambiental (EPA), que estabeleceu políticas de âmbito nacional para emissões e descargas, avaliações de impacto ambiental e outras ações mitigadoras. Com o estabelecimento destas normas, tornaram-se comuns as avaliações quantitativas de impacto na atmosfera, no solo, na água, níveis de toxicidade e de normas de saúde. Este conjunto de práticas foi denominado de “auditoria ambiental”. O método fundamental de auditoria ambiental americano envolve a comparação entre os procedimentos da empresa e o que é permitido por um conjunto de leis e regulamentos, como exemplo: Lei do Ar Puro, da Água Pura, da Recuperação e Conservação de Recursos, do Controle de Substâncias Tóxicas, entre outras. As Leis de Segurança e Saúde ocupacional também são relacionadas com fatores ambientais.

A partir de meados da década de 80, a EPA tem estimulado os esforços efetivos de auditoria por parte das empresas e muitos membros desta agência acreditam que a

abordagem “pró-ativa” incorporada aos programas de auditoria minimiza a probabilidade de ocorrência de desastres ambientais. Geralmente essas auditorias são executadas de forma sigilosa e integradas com o departamento jurídico da firma, com o objetivo de não expor a empresa publicamente.

As estratégias do “berço ao túmulo”, que consideram todo o ciclo de produção da extração do recurso natural ao descarte dos resíduos estão sendo substituídas por soluções “berço a berço”, que transformam os rejeitos em matéria prima para novos produtos. A criação de produtos provenientes do lixo pode “fechar o circuito” da cadeia produtiva e econômica de uma empresa, pois além de minimizar ou eliminar impactos ambientais, possibilita a redução dos custos de tratamento, minimiza o despejo de dejetos em aterros e oportuniza a geração e criação de novos postos de trabalho, conseqüentemente trazendo mais divisas para a empresa.

O objetivo do gerenciamento ecológico é minimizar o impacto ambiental e social das atividades empresariais e tornar, na medida do possível, todas as suas operações em ecológicas, por outro lado, a administração ambiental utiliza-se de uma abordagem defensiva e reativa, expressa pelos esforços ambientais reativos e pela auditoria de cumprimento.

Como ponto de partida, é necessário reconhecer que os problemas ecológicos mundiais, como outros grandes entraves contemporâneos, não podem ser analisados e entendidos de forma isolada. São situações sistêmicas, interligadas e interdependentes, onde sua compreensão e solução demandam um novo tipo de pensamento sistêmico ou ecológico (LUTZ, 1990) e precisa ser acompanhado de uma mudança de valores, passando da expansão para a conservação, da quantidade para a qualidade, da dominação para a parceria. Este novo pensamento e novo sistema de valores associados com as respectivas percepções e novas práticas constituem um novo paradigma. A filosofia que fundamenta a prática do gerenciamento ecológico é baseada na certeza de que o impacto ambiental das operações de uma empresa não melhorará enquanto esta não sofrer uma mudança radical em sua cultura, hábitos e comportamentos empresariais.

Este novo paradigma pode ser conceituado como uma visão mundial holística, ou visão do mundo como um todo integrado e não como um conjunto de fragmentos dissociados, pode ser denominado também como uma visão ecológica sistêmica, empregando este termo numa abrangência muito mais ampla e profunda do que a tradicional.

A distinção entre administração ambiental e administração ecológica enaltece o uso do termo ecológico em um sentido mais amplo e profundo, considerando esta terminologia uma aplicação específica da distinção entre “ambientalismo superficial” e “ecologia profunda”, conceitos criados na década de 70 pelo filósofo norueguês Arne Naess. Esta conceituação, atualmente é aceita para fazer esta diferenciação e para entender uma grande divisão no pensamento ambientalista contemporâneo. Warwick Fox (1984) no seu ensaio *Ecologia profunda: uma nova filosofia de nosso tempo?*, analisa três aspectos da distinção de Naess, sendo cada uma pertinente à diferenciação entre administração ambiental (superficial) e ecológica (profunda). O ambientalismo superficial aceita o paradigma mecanicista dominante, enquanto que a ecologia profunda envolve a mudança para uma visão do mundo holística, sistêmica e interdependente.

O gerenciamento ecológico envolve a transformação da visão mecanicista para uma visão sistêmica, sendo essencial nesta mudança que a percepção do mundo ou empresa como máquina é cambiada por uma percepção do planeta como um organismo vivo. Esta transformação nos remete à nossa percepção da natureza, do organismo humano, da sociedade e também à nossa percepção de uma organização empresarial. As empresas são sistemas vivos cuja compreensão deve extrapolar os limites do prisma estritamente econômico. Como sistema vivo, a empresa não pode ser controlada através de intervenção direta, mas poderá ser influenciada pela transmissão de orientações e emissão de impulsos, neste novo método de administração que é conhecido como sistêmico.

O ambientalismo superficial é antropocêntrico, pois encara os seres humanos como a fonte de todo valor e atribui apenas valor de consumo à natureza, enquanto que a ecologia profunda reconhece o valor intrínseco de todos os seres vivos e considera os humanos simplesmente como um específico fio da teia da vida.

A administração ambiental está relacionada com o conceito de solucionar as questões ambientais em benefício da empresa, necessita de uma dimensão ética e suas principais relevâncias são a percepção das leis e a promoção institucional do empreendimento. O gerenciamento ecológico é potencializado por uma ética ecológica e por uma preocupação com o bem estar das gerações vindouras. Seu ponto de partida é uma transformação de valores na cultura empresarial vigente.

O ambientalismo superficial tende a aceitar, por omissão, corrupção ou conformação, a ideologia do crescimento econômico ou aprová-la abertamente. Por outro lado, a ecologia profunda troca a ideologia do crescimento econômico pelo conceito da sustentabilidade ecológica.

Atualmente, o ambientalismo superficial se apresenta como uma “lavagem verde”, uma prática onde as empresas fazem mudanças ambientais “maquiadas”, com objetivos cínicos em relação às relações públicas. Essas empresas dependem investimento em publicidade, marketing e promoção institucional “verde”, mas não empregam recursos para “enverdecer” de fato seus processos produtivos, suas instalações e as condições de trabalho de seus funcionários.

A auditoria ambiental questiona os princípios do atual crescimento econômico predatório, que é a principal força motriz das atuais políticas econômicas e também da degradação do ambiente planetário. Rejeitar estas prerrogativas não significa não aceitar todo o crescimento, mas sim refutar a busca cega do crescimento econômico irrestrito, entendido em termos quantitativos como o aumento dos lucros ou do PIB de uma nação. A auditoria ecológica implica o reconhecimento de que o crescimento econômico ilimitado em um planeta finito poderá levá-lo ao caos total; então é feita uma restrição ao conceito de desenvolvimento, introduzindo a sustentabilidade ecológica como

critério fundamental e ponto de partida, de todas as atividades empresariais. Desenvolvimento sócio-econômico equânime e com minimização dos impactos ambientais. Uma eco auditoria é o exame e a revisão das operações de uma empresa na perspectiva da ecologia profunda ou do novo paradigma, motivada por uma mudança nos valores da cultura empresarial e social. O resultado desta metodologia é elaborar e praticar um plano de ação, que venha minimizar o impacto ambiental da atuação da empresa e fazer com que todas as suas operações sejam mais corretas no ponto de vista sócio-ecológico.

As questões sociais e ambientais devem ser integradas e não competirem entre si. Se os problemas sociais, trabalhistas ou culturais conflitarem com a pauta ambiental, a empresa está caminhando de forma equivocada, pois o administrador necessita harmonizar essas variáveis.

Os conceitos de “paradigma” e “cultura empresarial” estão intimamente interligados. Paradigma social pode ser definido como uma gama de conceitos, valores, percepções e práticas interagidas por uma comunidade, formando uma visão específica da realidade, que determina a base organizacional da comunidade (CAPRA, 1999). Cultura empresarial é conceituada como um conjunto de idéias, valores, normas e modos de conduta, que foram aceitos e adotados por uma empresa através de um consenso, e que constitui o caráter da organização.

Torna-se necessário avaliar as relações entre os objetivos ecológicos e econômicos da empresa: analisando as implicações desses objetivos, em relação a movimentação de vendas, custos e lucros; identificando as áreas preponderantes de conflito e estabelecendo prioridades de longo prazo no planejamento de objetivos empresariais em consonância com as necessidades ecológicas.

É importante incentivar a consciência de que padrões ecológicos elevados caminham junto com elevados padrões de trabalho. Como a mudança de quantidade para qualidade é um aspecto essencial da ecologia profunda, a consciência ecológica pode ser integrada às reivindicações tradicionais de alta qualidade no trabalho. Quanto

mais humanos, saudáveis e ecologicamente corretos forem os hábitos empresariais, mais propício será maximizar a consciência ecológica. Como o paradigma ambiental agrega uma visão holística do mundo e da natureza humana, será útil considerar o trabalhador como parte de um todo, através de programas de motivação, capacitação e treinamento.

Os responsáveis pela motivação, pela capacitação e pelo treinamento poderão ser, além dos executivos e funcionários da empresa, representantes de órgãos ambientais, pesquisadores, representantes de organizações ambientais e qualquer cidadão que exerça sua função social de forma ecologicamente correta e que possa realizar demonstrações práticas, além de personalidades públicas e celebridades que tenham condições de discursar sobre princípios ecológicos ou a respeito de sua atitude ecológica, sendo um bom exemplo a ser seguido e que vale mais do que tentar explicar um milhão de palavras.

Algumas empresas usam “comitê técnico” ou “força tarefa”, cujos integrantes são recrutados de todos os departamentos como forma de assegurar que as questões ambientais sejam trabalhadas em toda a empresa. Este grupo deve possuir caráter permanente, reunindo-se regularmente e elaborando relatórios periódicos, com o objetivo de difundir atitudes ecológicas pela empresa de maneira coordenada e participativa.

O contexto sócio-psicológico em que as empresas atuam hoje em dia sofreu relevantes mudanças em função da empatia do público com o advento das ideologias ecológicas ao redor do mundo. Estas mobilizam a opinião pública a uma desaprovação máxima das empresas e executivos, que não relevam a questão ambiental. O desmatamento, a poluição do solo, da água e do ar levou o cidadão a conceituar a atividade industrial de maneira supernegativa, rotulando-a como irresponsável ou indiferente para com o ambiente e, indiretamente, para com as populações e suas gerações futuras.

É progressivo o aumento do número de consumidores que procuram verificar se os produtos que compram são menos danosos ao ambiente. Papel reciclado, eletrodomésticos com baixo consumo de energia, produtos orgânicos e recuperados são

cada vez mais bem aceitos no mercado. Essas demandas não foram ainda compreendidas pelos *designers* de produtos, mas é provável que, brevemente, as empresas que primem pela “segurança ecológica”, pelo baixo impacto e pela vida útil de uso confiável terão marcante preferência de uma grande parcela da população; principalmente por conta da multiplicação de idéias, hábitos de consumo, padrões de comportamento e estilos de vida ecológicos.

Quadro 8: Perspectivas da transformação ecológica nas indústrias

I Sociedade Industrial	II Sociedade Super industrial	III Sociedade Pós-industrial
Estruturas patriarcais, hierárquicas, de cima para baixo	Mudança e quebra de papéis, conflitos de hierarquia	Modelos flexíveis, tipo rede, liderança funcional, sinergia
Euforia do crescimento	Limites do crescimento	Princípio da sustentabilidade
Crescimento quantitativo e lateral	Crescimento qualitativo	Crescimento “integrativo”
Poluição ambiental	Leis ambientais	Restauração ambiental
Consumo da natureza	Testes de compatibilidade ambiental	Criação de sistemas ecológicos
Exploração das matérias-primas	Reciclagem, economia	“Produtos naturais” artificiais
Problemas de rejeitos/resíduos	Sistemas fechados “inteligentes”	Processos de integração à natureza
Postura básica materialista	Saturação, estagnação	Orientação pós-materialista
Proletarização	Desproletarização	Perspectiva cosmopolita
Formação de classes	Pluralismo, sociedade da futilidade	Comunidades virtuais
Leis sociais	Estado do bem-estar	Segurança básica
Orientação pelo produto	Orientação pela experiência	Orientação pelo <i>insight</i>
Modelos mecanicistas	Modelos cibernéticos	Modelos sistêmicos
Idéia linear do tempo	Flexibilização de frações do tempo	Estruturas paralelas de tempo
Expansão territorial	Globalização, ordem planetária	Regionalização mundial

Fonte: LUTZ, 1992

2.15 SURFE – O ESPORTE DOS REIS!

Do tempo em que os polinésios disputavam a coroa real, descendo em gigantescas ondas com suas enormes e pesadas pranchas – confeccionadas a partir de troncos de árvore, chegando a pesar 100 kg, – até os dias contemporâneos, muitas mudanças ocorreram, resultantes do progresso e evolução da tecnologia e do esporte. O surfe neste século tornou-se uma das modalidades esportivas que mais cresceu, tanto ao nível nacional quanto mundial, conquistando cada vez mais adeptos, aumentando significativamente a produção de pranchas e, conseqüentemente, a geração e deposição de resíduos tóxicos e inflamáveis no meio ambiente de forma inadequada.

No Brasil, a indústria do surfe cresceu de forma exponencial nos últimos trinta anos, onde diversos segmentos se profissionalizaram, projetando o país para o posto de terceira potência mundial do esporte, ficando atrás apenas da Austrália e dos EUA.

O surfe originou-se na Polinésia há mais de sete mil anos. Segundo a tradição oral polinésia, o rei Moikeha, do Tahiti foi o primeiro a chegar no arquipélago havaiano. Após uma exploração inicial do local, enviou seus filhos de volta ao Tahiti a fim de divulgar as belezas locais por intermédio de uma canção conhecida hoje em dia como o “Canto de Moikeha”. Os polinésios usavam para a pesca canoas de uma espécie de fibra vegetal e assim descobriram o prazer de desfrutar das ondas. As pranchas utilizadas nesta época mediam aproximadamente 20 pés – cerca de 6 metros – e eram confeccionadas com madeira maciça, sendo muito pesadas para que fossem carregadas por uma única pessoa.



Figura 7: Desenho de Polinésios surfando na antiguidade

Tal prática ficou atrelada às raízes religiosas, artísticas e culturais deste povo, que criou diversos rituais, tornando-se assim um privilégio da nobreza a prática do surfe de pé, pois os membros das outras castas só poderiam surfar deitados. Como forma de afirmação da reputação e poder da nobreza, o surfe primitivo deu os seus primeiros passos. As habilidades em surfar traziam status e respeitabilidade para seus praticantes. Os surfistas que se destacavam eram celebrados através de canções, danças e gozavam de privilégios na nobreza. Diz a lenda que quem descesse a maior onda era o escolhido para desempenhar o papel de Soberano e com isso despertava a simpatia e admiração de todos seus súditos.

Em 1788, quando o arquipélago foi descoberto pelo capitão James Cook, da Marinha Real Britânica, o primeiro local avistado foi a Baía de Waimea, hoje palco de diversos campeonatos em ondas grandes. Segundo a história, Cook simpatizou com o padrão de vida de uma civilização primitiva, porém alegre e descontraída. Os missionários desta expedição condenaram a prática do surfe nas ilhas, pois consideravam que a importância cultural e religiosa desta modalidade na comunidade havaiana concorria com os costumes e crenças impostos pela civilização ocidental durante o processo de colonização. Houve um genocídio do povo nativo, que em 1780 contava com uma população de 300 mil habitantes, dizimados para apenas 40 mil pessoas no início do século XX. Neste período o surfe permaneceu praticamente esquecido.

Em 1907, quando os americanos George Freeth e Jack London foram morar no Havaí, iniciaram um movimento para dar continuidade ao esporte. Com a publicação do livro “A Royal Sport: Surfing in Waikiki”, por London, esta iniciativa ganhou um impulso e no ano seguinte foi fundado o primeiro clube de surfe do planeta: “The Outrigger Canoe and Surfboard Club”.

Graças a um nativo havaiano nascido em 1890 e chamado Duke Paoa Kahanamoku, um grande entusiasta do esporte e exímio nadador, o surfe retomou sua força. Duke foi recordista mundial de natação e ganhou três medalhas de ouro e duas de prata nas quatro Olimpíadas que participou. Expandiu o surfe inicialmente em 1912 para a costa leste e oeste americana e em 1915 para a Austrália e continuou divulgando o esporte para diversas regiões do planeta, por onde competiu sempre em companhia de suas pranchas, proporcionando verdadeiros espetáculos nas ondas. O surfe somente aconteceu na Europa em 1937 por intermédio do inglês Jimmy Dix.



Figura 8: Duke Kahanomuku – O Precursor do Surf Mundial

Por serem muito grandes e pesadas, as pranchas eram pouco manobráveis, impossibilitando a prática em ondas maiores, quando na década de trinta, Tom Blake minimizou o seu tamanho e tornou-as ocas, deixando-as bem mais leves e maleáveis. Outra importante contribuição de Tom foi a introdução dos estabilizadores, denominados quilhas. Até então os materiais construtivos eram orgânicos e seus resíduos degradados pelos ciclos biológicos naturais. A partir da década de 40, com a utilização da fibra de vidro e da resina de poliéster, introduzidas por Robert Simons, que passaram a revestir a madeira de balsa, as pranchas ficaram bem mais leves e de fácil transporte, gerando uma explosão do surfe nos EUA. Nesta época os resíduos passaram

a demandar cuidados especiais, porém como ocorreu na revolução industrial, o descarte de dejetos perigosos e suas interferências negativas no ambiente não foram de forma alguma sequer cogitados.

O surgimento da indústria do surfe se deu por volta dos anos 50, primordialmente na Califórnia, em porões e garagens. Esse período foi um dos mais promissores desse esporte, tanto para indústria das confecções, quanto para a fabricação das pranchas de surfe. Foi graças a pessoas que tinham o surfe como ideal e modo de vida, que o esporte foi ganhando respeito e adeptos ao longo dos anos.

Nessa época, na Austrália, o surfe era considerado um esporte nacional, porém ainda muito primitivo. Em 1956, a equipe olímpica americana de natação levou exemplares de pranchas de fibra de vidro para lá, o que proporcionou um grande avanço do esporte neste país. Na Europa, o surfe ganhou impulso em 1957, na França, a partir de Peter Viertel, roteirista de Hollywood, que se encantou com a qualidade das ondas deste país.

Em 1958, Gordon Clark introduziu o poliuretano em combinação com a resina, uma das maiores evoluções na história da fabricação de pranchas de surfe, fato que mudaria os rumos do esporte. Tecnologia utilizada até os dias de hoje, o poliuretano gerou a possibilidade de produzir pranchas com maior facilidade, sem que o fabricante ficasse na dependência da qualidade da madeira disponível no mercado. O crescimento da utilização da espuma de PU trouxe muito mais profissionalismo para a indústria do surfe em relação à escala de produção e facilitou também a confecção das pranchas devido a maior maleabilidade do material. As pranchas ficaram muito mais leves, menores, melhorando também a performance dos surfistas, mudando os rumos do conceito de surfe e da maneira de se surfar. Desta fase em diante, a indústria de pranchas de surfe passou a gerar novos resíduos tóxicos e inflamáveis em seus processos produtivos.

Em 1968, os australianos criaram um modelo miniaturizado de pranchas, denominado *minimodels*, que proporcionaram nas ondas maior velocidade e mais

facilidade para manobras mais arrojadas, propiciando a conquista de ondas que até então eram consideradas impossíveis de serem surfadas.

Diante desta evolução o surfe passou a ser um dos mais populares esportes das zonas litorâneas do planeta. Nos anos 60, surgiram as primeiras competições, que ainda ostentavam um caráter romântico para o esporte. O profissionalismo foi iniciado com a criação, em 1974, da Australian Professional Surfing Association. No Haváí foi criada a International Professional Surfers, que foi substituída em 1982 pela Association of Surfing Professionals, com matriz na Austrália e que até hoje rege o circuito competitivo mundial dividido em duas categorias: a divisão de acesso, World Qualifying Series (WQS) e World Championship Tour (WCT), que é a elite do surfe mundial. O surfe competição demanda uma quantidade muito grande de pranchas, estimula o consumo deste produto e com isso resíduos perigosos são gerados e, pela falta de legislação pertinente, também da consciência ambiental dos empresários do setor, não são saneados e descartados como lixo comum em aterros simples ou lixões.

2.15.1 O surfe no Brasil

Um fato isolado foi o responsável pelo surgimento do surfe no Brasil, quando o santista Osmar Gonçalves, em 1938, ganhou do seu pai uma revista científica americana, que ensinava todos os procedimentos para confeccionar uma prancha de surfe de madeira. Depois de mais de 90 dias de empenho, Osmar conseguiu colocar no mar, no verão de 1939, a primeira prancha brasileira de surfe. Ele e seu companheiro Juá foram durante muitos anos os pioneiros no esporte, que era praticado pela dupla na praia do Gonzaga, em Santos.

Outra situação da história do surfe brasileiro aconteceu na década de 50 na cidade do Rio de Janeiro. Devido ao grande fluxo turístico local, os pilotos estrangeiros tiveram a oportunidade de desfrutar das maravilhas do litoral carioca, durante seus períodos de folga e surfaram durante algum tempo sem a presença de brasileiros dentro da água. Esses forasteiros advindos, principalmente, dos EUA, onde o surfe já contava com mais de cinquenta anos, encontraram nas ondas brasileiras uma excelente opção de lazer. Os cariocas influenciados por este movimento, logo se aventuraram nas ondas da

Ponta do Arpoador. Em suas viagens ao exterior, trouxeram pranchas nas bagagens e iniciaram a primeira geração do surfe brasileiro. Paulo Preguiça, Jorge Lehman e Irency Beltrão formaram o primeiro pelotão tupiniquim do surfe, entre os anos de 1955 e 1956. Logo em seguida Bruno Hermanni, George Grande, Domingos Castelo Branco e Rubens Torres, que eram mergulhadores e praticantes de pesca submarina, se juntaram ao grupo. Existe ainda o mito que em 1947, Luis Carlos Vital teria surfado em uma grandiosa prancha de madeira oca, batizada de DC-4.

Entre 1957/58, foi formada a terceira turma do surfe no Rio, composta pelo próprio Irency, Arduíno Colasanti e Múcio Palma. Beltrão descobriu um marceneiro na Ilha do Governador, chamado Moacyr, que tinha grande habilidade para manufaturar pranchas de surfe com o bico envergado e logo ficou famoso nas praias do Rio de Janeiro. Em seguida, Irency e seu irmão Ciro instalaram a primeira fábrica de pranchas de surfe do Brasil, em Jacarepaguá.

A primeira revolução do surfe brasileiro aconteceu em 1964, com a vinda do australiano de Torquay, Peter Troy, um dos maiores nômades do surfe mundial. Aos vinte e um anos largou uma promissora carreira e caiu literalmente na estrada a procura de ondas perfeitas ao redor do mundo. Após surfar na Europa, Marrocos, Caribe, Flórida, Havaí, Argentina, Chile e Peru, Peter atravessou a Cordilheira dos Andes e, após descer o Rio Amazonas, chegou na Cidade Maravilhosa. Nesta fase o surfe brasileiro era rudimentar e as pranchas não permitiam manobras mais arrojadas. O destino promoveu o encontro entre Troy e Russel Coffin, um surfista que tinha trazido dos EUA uma prancha de fibra de vidro de última geração. Peter pediu emprestada a prancha de Russel para surfar no Arpoador. Seu desempenho nas ondas cariocas foi algo avassalador, pois sua habilidade em movimentar a prancha era algo inédito aos olhos da época. Ao sair do mar, foi aplaudido e, a partir deste dia, o surfe brasileiro ganhou um novo e forte impulso, acarretando na fundação da Federação Carioca de Surfe, em 15 de junho de 1965, criada por Yllen Kerr, Maria Helena Beltrão, Walter e Fernanda Guerra. Esta federação realizou o primeiro campeonato de surfe do país, que aconteceu nas praias da Macumba e do Arpoador. Os primeiros campeões brasileiros foram Jorge

Bally, também conhecido como Persegue, na categoria masculina e Fernanda Guerra na feminina.

Em 1968 as *minimodels* se espalharam pelas praias cariocas e em outros locais do nosso litoral. Aí surge a quarta geração do surfe brasileiro, formada por Rico de Souza, Bocão, Maraca, Betão, Fedoca, Wanderbill, Otávio Pacheco, no Rio; em Santos os irmãos Argento, Cocó, Cisco, os irmãos Paioli, Décio, a família Mansur, Cristhian e John Walters, entre outros. Enquanto isso no Sul, as famílias Johanpatter e Sefton foram os pioneiros em águas catarinenses.

Neste mesmo ano, a primeira fábrica de blocos de poliuretano foi fundada por José Freire Parreiras Horta, também conhecido como Coronel Parreiras, proprietário da primeira fábrica de pranchas de fibra de vidro, a São Conrado Surfboards. Em São Paulo a família Pacey fabricava as pranchas Glaspac, mas devido a sua produção limitada não concorreu diretamente com a São Conrado.

Em 1973, o mesmo Russel adquiriu, junto a Gordon Clark, a concessão para expandir os blocos Clark Foam e com isso a qualidade dos blocos e, conseqüentemente das pranchas melhorou consideravelmente, alavancando mais ainda o esporte no país.

Desta época em diante, o surfe se desenvolveu de uma forma veloz e contundente. Surgiram a *surfwear* – moda ligada direta ou indiretamente ao surfe –, os primeiros festivais nacionais, realizados em Saquarema e em Ubatuba e assim o surfe virou uma “febre” nacional. A explosão mesmo veio em meados dos anos 80, com o apoio da mídia e a profissionalização do esporte, gerando uma mentalidade mais séria e mais bem aceita pela sociedade.

Em novembro de 1986 foi criada a Associação Brasileira de Surfe Profissional (ABRASP), a entidade máxima do surfe nacional. Atualmente organiza dois circuitos profissionais o *Supertrials* (segunda divisão) e o *Supersurf* (divisão principal).

Os primeiros destaques brasileiros ao nível mundial foram Pepê Lopes – que participou, aos dezessete anos, da final do Pipeline Masters, o evento mais importante do circuito mundial do surfe até os dias de hoje – Roberto Valério, Daniel Friedman, Otaviano Bueno, Picuruta Salazar e Cauli Rodrigues. Este pequeno pelotão de surfistas disputou o extinto circuito mundial da IPS e conseguiu, apesar de forte discriminação e total falta de apoio, resultados expressivos nas competições que participaram, com destaque também para a quinta colocação de Roberto Valério em 1985, na *World Cup*, conquistada em ondas gigantescas, na praia de Sunset, Oahu – Havaí. Valério foi considerado pela mídia internacional um dos melhores surfistas do mundo nas difíceis e pesadas ondas desta praia.

Somente em 1988 um brasileiro conseguiu um título mundial. O paraibano Fábio Gouveia conquistou o título de campeão amador nas ondas de Porto Rico. Este fato gerou mais profissionalismo nos atletas e surgiu a primeira equipe brasileira, composta pelo próprio Gouveia, Flávio Padaratz e Amaury Pereira que seguiram na íntegra o circuito mundial, então promovido pela ASP. Cerca de quinze anos se passaram para que o Brasil pudesse se transformar na terceira potência do surfe mundial. Com sete títulos mundiais conquistados na divisão de acesso (WQS), os brasileiros Fábio Gouveia, Flávio Padaratz (dois títulos), Vitor Ribas, Armando Daltro, Neco Padaratz e Jaqueline Silva, escreveram importantes páginas da história do surfe brasileiro e contribuíram de forma circunstancial para a melhoria da imagem do Brasil perante o mundo do surfe internacional. Em 1998, Carlos Burle conquistou o título individual do primeiro campeonato mundial de ondas gigantes, realizado na Baía de Todos os Santos (Califórnia). Neste campeonato, outro brasileiro, Rodrigo Resende ficou na terceira colocação, e com isso o Brasil ganhou também o título por equipes. É necessário destacar ainda o melhor resultado de um brasileiro no circuito principal (WCT), conquistado em 1999 pelo fluminense Vitor Ribas, alcançando a terceira posição no ranking final. Em novembro de 2001, o pernambucano Carlos Burle foi premiado pela maior onda surfada na temporada, estimada pela comissão julgadora em 68 pés (cerca de 25 metros), em Maverick's (EUA). Em janeiro de 2002, Rodrigo Resende ganhou em parceria com o havaiano Garret Mcnamara a Tow In World Cup, na praia de Jaws, em

Maui, Havaí, com *jet-skis* para impulsionar em gigantescas vagas de mais de vinte metros.

Estes guerreiros aquáticos são atualmente uma influência positiva e referência para a nova geração do surfe brasileiro, que alimenta vorazmente a expectativa da conquista do tão sonhado título mundial na divisão principal, em um futuro próximo. Hoje em dia, praticamente toda energia, capital e tempo do surfe brasileiro são direcionados para a realização deste sonho.



Figura 9: Paulo Eduardo surfando na Praia do Santinho em Florianópolis - SC

2.15.2 A Prancha de surfe

As pranchas junto com outros acessórios como o *leash* (uma cordinha que liga a prancha ao atleta), a parafina (material utilizado para promover aderência na prancha) e a roupa de borracha (para aquecer o surfista) compõem os equipamentos básicos para a prática do “esporte dos reis”. O progresso do surfe está intimamente ligado com a evolução destes equipamentos.

Conforme citado, anteriormente, na antiga Polinésia as pranchas eram enormes e feitas de madeira maciça entalhada diretamente em troncos de árvores. Existiam dois modelos: as *Olo*, que eram as maiores e utilizadas pela família real; e as *Alaia*, usadas pelo povo e de dimensões menores.

Em 1958, o californiano Gordon Clark promoveu a maior revolução do surfe mundial, ao inovar o processo construtivo das pranchas, com a utilização de um material mais leve e com melhor flutuação que a madeira. Uma espuma rígida,

denominada poliuretano, facilmente moldável, flexível e que atendeu de forma otimizada as necessidades de se buscar minimizar o peso do equipamento. Mesmo assim as pranchas pesavam ainda cerca de 20 kg e permaneceram com um comprimento de aproximadamente 3 metros, até quando, em 1965, Bob Mc Tavish, um jovem australiano, trouxe à tona uma nova concepção de *design*. Utilizando o fundo da prancha em formato de V encurtando-as para cerca de dois metros e tornando-as mais maleáveis, propiciando uma maior variedade de manobras com maior velocidade, proporcionando movimentos mais expressivos e precisos.

O nível alcançado atualmente, assim como a conquista de ondas que outrora eram consideradas inacessíveis, se deu pelo aprimoramento do *design* das pranchas e também dos seus materiais construtivos. Apesar de grandes investimentos mundiais neste setor visando a melhoria contínua deste produto, muito pouco, ou quase nada foi feito para que o ciclo de vida das pranchas de surfe tenha uma característica sustentável, pois na confecção das pranchas são gerados significativos impactos ambientais.

2.15.3 Confecção das pranchas de surfe

Do refino do petróleo é produzida a nafta, que proporciona a indústria petroquímica a produção de resinas plásticas, utilizadas para o processamento de boa parte das matérias-primas empregadas no processo fabril das pranchas de surfe como: espuma de poliuretano rígido expandido ou *plug* (recheio da prancha) e resina de poliéster, além de parafina bruta, peróxido de metil-etila, monômero de estireno, acelerador, que são gerados em processos distintos e fazem parte de um compósito para revestir ou dar acabamento nas pranchas de surfe. Também são utilizados tinta vinílica e pastas PNE para pintura do produto.



Figura 10: Processo de Shape

Existem cinco fábricas de blocos de poliuretano, no Brasil. Bennett Foam, Corner Blanks, Dion, Teccell e FJ. Este produto é específico e necessita de grande suporte tecnológico e hidrodinâmico, para suprir as peculiaridades deste esporte e para garantir um alto grau de desempenho, quando transformado em prancha e utilizado para deslizar sobre as ondas, com efetiva eficiência. A precisão é milimétrica e essas fábricas abrigam suas formulações como um segredo industrial, inclusive recusando parcerias, com receio de vazar informações confidenciais no mercado.



Figura 11: Revestindo uma Prancha de Surfe

A prancha de surfe é um produto de natureza peculiar, pois é confeccionada de forma específica para cada atleta, considerando-se características pessoais como: peso; altura; preferências de tipos de onda e nível técnico. Portanto um mesmo bloco de poliuretano com 1,80m de comprimento tanto serve para fazer uma prancha para um homem de 80kg, assim como para um menino de 50kg. O que distingue uma prancha da outra são as medidas pertinentes ao biotipo do atleta. Quando a prancha é produzida em função das particularidades do surfista, o bloco de poliuretano possui uma margem de

matéria prima a fim de se permitir essa amplitude de produção. Com isso é possível concluir que a geração dos resíduos poderá ser minimizada, mas nunca eliminada. Quanto maior for o peso do praticante, menos dejetos serão gerados. Existem vários modelos: as *minimodels* (até 2m de comprimento), as *guns* (entre 2,1m a 3,5m) - utilizadas em ondas grandes, as *long boards* (ou pranchões, com cerca de 2,7m), as *fun boards* (dimensões intermediárias entre as *minis* e os *longs*) e as *knee boards* (usadas para surfar de joelhos). As pranchas são constituídas por um recheio de espuma de poliuretano pré-moldada de fábrica, *shapeada* e revestidas por um compósito formado por resina de poliéster, peróxido de metil-etila (catalisador), monômero de estireno, parafina bruta e fibra de vidro.

Apesar de uma diversidade de materiais construtivos, foi constatado em pesquisas, junto aos fornecedores e fabricantes de prancha, que cerca de 95% da produção mundial de pranchas de surfe está calcada na fórmula Resina de Poliéster + Espuma Rígida de Poliuretano + Fibra de Vidro, considerada por muitos fabricantes e atletas como "mágica", por associar plasticidade, leveza e funcionalidade hidrodinâmica.



Figura 12: Sala de Acabamento

Quadro 9 - Materiais Construtivos das Pranchas de Surfe

MATERIAL CONSTRUTIVO	PERÍODO
Troncos de Árvore	De 900 DC até início do século XX
Madeira Oca + Quilha	1930
Madeira de Balsa + Fibra de Vidro	1940
Resina Poliéster+ PU + Fibra de Vidro	1958

Espuma de Polipropileno	1976
Resina Epóxi + EPS + Fibra de Carbono	1986
Fibras de Bambu e Cânhamo	1999

Fonte: Pesquisas Marbras et Mundi e Nêu Surfboards

2.15.4 Materiais usados na fabricação de pranchas

Dois tipos de pranchas são mais utilizados, sendo que a primeira é dominante no mercado consumidor, pois dentro d'água apresentam melhor desempenho, do que qualquer outro material ou produto testado e utilizado nas últimas quatro décadas:

- Bloco de espuma de Poliuretano (PU) de alta densidade, resina de poliéster, fibra de vidro, peróxido de metil etila (catalisador), cobalto (acelerador), pastas PNE (pigmentos), monômero de estireno (torna a resina mais líquida e transparente), parafina bruta e acetona como solvente;
- Bloco de espuma de poliestireno expandido (isopor), resina epóxi, fibra de carbono, catalisador, acelerador, pastas PNE, monômero de estireno, parafina bruta e acetona também como solvente.

2.15.5 Processos de produção de pranchas de surfe

O bloco de poliuretano é expandido com duas resinas: poliol e isocianato, nas fábricas de *plugs* em moldes de concreto e com um agente expensor, sob um determinado *design*.

Os fabricantes cortam o *out line* da prancha (forma intermediária), no bloco de PU, e de imediato já geram duas ripas longitudinais e latitudinais de resíduos praticamente “virgens”, no comprimento e na largura do *plug* na hora de processar o *shape*. O fabricante desbasta o bloco de PU com uma plaina, lixas e *surform* (uma ferramenta específica para regularizar pequenas regiões a serem desbastadas) – nesta fase são gerados resíduos em pó e flocos de PU. A próxima fase é da pintura da prancha, produzindo resíduos de fita isolante e restos de pigmentos. O próximo processo

é denominado de laminação, onde um tecido de fibra de vidro (retalhos desse material são gerados em grande quantidade, pois não podem existir emendas até a virada das bordas) é cortado e esticado primeiramente, na parte superior da prancha (*deck*). Despeja-se em seguida, a resina sobre o *shape* e o tecido e aplica-se um rodo, para esticar o tecido e drenar o excesso de resina, que é desperdiçada sem cerimônia e, via efeito gravitacional, vai para o chão da oficina ou para coletores feitos com sacos de lixo para resgatar este material residual no ambiente de trabalho. Muitas vezes são colocados dois tecidos no *deck*, para reforçar a face em que o atleta irá exercer pressão. Na parte inferior (*bottom*) o processo é repetido com a aplicação de somente um tecido e encaixando com a virada da borda com uma mínima superposição. Após a secagem, um novo “banho” de resina é aplicado e mais resina é desperdiçada. Na colocação de quilhas (estabilizadores hidrodinâmicos) são feitas placas de resina sólida com aproximadamente 200x100x1cm e quando cortadas, as quilhas geram resíduos sólidos, com características pérfuro-cortantes, de resina com fibra de vidro (cerca de 30% desta placa é descartada de imediato). Durante este processo também são desperdiçadas quantidades significativas de resina e fibra de vidro. No acabamento, ou *gloss*, a resina é diluída com o monômero de estireno, parafina bruta e acelerada com cobalto, para torná-la mais líquida, menos viscosa e mais transparente. Nesta fase mais resina, monômero e parafina bruta são descartados em grandes quantidades.

Entre os processos da aplicação inicial de resina até o acabamento (*finish*) a prancha é lixada diversas vezes, resultando em particulados em suspensão de resina e fibra de vidro com alta toxicidade. Em quase todas as misturas de resina empregadas são empregados em quantidades proporcionais específicas, peróxido de metil etila (catalisador) e cobalto (acelerador).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Introdução

Este trabalho gerou diversas ações de conscientização e educação ambiental neste segmento de mercado, além de possibilitar a identificação de diversos métodos de recuperação dos resíduos gerados na indústria do surfe, visando abrir uma linha de pesquisa inédita ao nível mundial e muito necessária para eliminar a séria poluição gerada neste setor. Pela complexidade e diversidade do assunto foi necessário delimitar o universo da pesquisa com o propósito de formatar um ponto de partida e referência, para novas pesquisas na área e sem a pretensão de encerrar esta temática.

A falta de literatura específica para o objeto desta pesquisa implicou em uma metodologia de entrevistas com diversos especialistas das áreas envolvidas, além da participação em cursos, seminários, simpósios e congressos com o objetivo de criar um suporte para a formatação deste trabalho. Por envolver segredos industriais, muitos colaboradores se negaram a responder questionários e com isso foi necessária a aplicação de entrevistas informais, onde as informações coletadas foram catalogadas em um diário de pesquisa, que foi uma das mais relevantes fontes de dados deste trabalho.

Esta pesquisa, segundo os preceitos de TRIVINÕS (1995) é classificada como exploratório/descritiva. Por descrever os fatos e fenômenos de uma determinada conjuntura, assume uma característica descritiva. Pode ser considerada exploratória por investigar questões e hipóteses para futuros estudos, por via de dados quantitativos e qualitativos.

Adotaram-se duas modalidades de pesquisa para atender às necessidades do presente trabalho: pesquisa bibliográfica – caracterizada como um estudo teórico realizado através de consultas em livros, revistas, publicações avulsas, *sites* e reportagens impressas; e pesquisa de campo – caracterizada por um estudo de caso de

abordagem naturalística, ou seja, a problemática foi estudada sem qualquer interferência intencional do pesquisador (BOGDAN e BIKLEN, apud. LÜDKE e ANDRÉ, 1996).

A pesquisa foi iniciada superficialmente em 1989, e retomada de forma mais aprofundada a partir de 2000, sendo finalizada no início de 2003 com a interpretação das análises dos experimentos produzidos.

3.2 Qual a destinação destes resíduos?

Geralmente são estocados e encaminhados como lixo doméstico para a coleta não seletiva das Autarquias responsáveis, seja aqui em Florianópolis, quanto em Queensland, na Austrália. As destinações finais destes resíduos são: lixões; aterros simples ou sanitários, sem qualquer processo de saneamento ou tratamento e misturados com resíduos de diversas composições. Em alguns locais, a municipalidade já identificou estes resíduos como industriais e não os recolhem mais, gerando problemas de estoque e destinação final para os fabricantes, que em casos isolados, enterram ou queimam os dejetos no terreno da própria fábrica, gerando seríssimos impactos ambientais e malefícios para a saúde pública.



Figura 13: Resíduos Gerados no Processo Fabril das Pranchas de Surfe

3.3 Quais os impactos ambientais dos resíduos?

Quando em suspensão, o pó e flocos de todos materiais usados na fabricação das pranchas são altamente cancerígenos. Quando misturados com a miscelânea do lixo

urbano nos lixões, são potenciais poluidores do solo e dos cursos de água (superficiais ou subterrâneos), além de causarem risco de incêndio, pela sua alta inflamabilidade. Os prazos de decomposição são alarmantes, pois variam de 500 (resíduos sólidos) à 2 milhões de anos ou indeterminado (cristais de polímeros), segundo o depoimento do Professor Marcos Lopes Dias (IMA – UFRJ, 2001).

3.4 Existe alguma regulamentação para os resíduos?

Em âmbito mundial, este problema vem sendo “camuflado” em todos níveis da sociedade, desde meados dos anos 60, quando surgiu a indústria do surfe, sendo que diretamente nunca existiu qualquer tipo de regulamentação. A presente pesquisa criou duas certificações para o processo do gerenciamento ecológico: A ISO SURFE 2000 de Compromisso Ambiental, para as empresas que aderirem ao Consórcio, e a ISO SURFE 2001 (Excelência Ambiental), para aquelas fábricas que atenderem as prerrogativas demandadas pelo processo de auditoria ambiental, proposto para esta indústria.

O processo produtivo das pranchas de surfe é altamente poluente e degradante ao meio ambiente, gerando gases e resíduos tóxicos que indevidamente gerenciados contaminam o ar, a água e o solo. Após a fabricação, as pranchas são comercializadas de duas formas distintas: venda direta para o consumidor final ou venda indireta, através das lojas especializadas em produtos de surfe.

Os consumidores finais, em geral, são pessoas do sexo masculino (cerca de 80%) e feminino (20%), de 7 a 45 anos em média, em sua maioria das classes A1, A2, B1, B2 e C (BRASMARKET, 2000) e manifestam forte preocupação em conservar o meio ambiente e promover a equidade social, prerrogativas máximas da linha de pesquisa adotada. O que está faltando no momento é uma norma que poderá ser expedida por algum organismo governamental ou jurídico, que restrinja a descarga desses produtos poluentes no meio ambiente e crie mecanismos de incentivo para a recuperação desses dejetos.

3.5 Impactos decorrentes do processo produtivo

A fabricação de pranchas de surfe é uma atividade industrial que interfere negativamente no meio ambiente e na saúde pública. Solventes voláteis presentes na resina e os materiais particulados (pó de poliuretano e de resina com fibra de vidro) provenientes do *shape*, da laminação, do *hot coat* e do *glass*, acabam se dispersando, poluindo tanto o ambiente de trabalho quanto o ambiente próximo às fábricas (MODENESI e FREITAS, 2003).

Quadro 10: Poluição na Produção de Pranchas de Surfe

Poluição	Shape	Air Brush (Pintura)	Laminação, Hot Coat, Gloss e Colocação de quilhas	Lixa seca e lixa d'água
Ar	pó de poliuretano, em suspensão.	partículas de tinta.	Gases tóxicos provenientes da resina.	pó de compósito 1 e 2.
Solo	-	-	-	-
Água	Água contaminada com o pó de poliuretano (lavagem de pisos e parede).	lavagem de equipamentos.	-	Água contaminada por compósitos 1 e 2 (lavagem de pisos, das pranchas e etapa lixa d'água).
Som	Ruído produzido pela plaina elétrica.	Ruído produzido pelo compressor do aerógrafo.	-	-Ruído produzido pela lixadeira.

Fonte: (MODENESI e FREITAS, 2003)

Os resíduos sólidos (NBR Classe I), são acondicionados em sacos plásticos e dispostos principalmente pela coleta domiciliar de lixo, contaminando o solo e o lençol freático, quando descartado sem um tratamento. Os resíduos sólidos pulverizados e em

suspensão contaminam o ambiente de trabalho e não há nenhum tratamento dos resíduos gasosos, apenas são emitidos do ambiente de trabalho e lançados para a atmosfera através de um sistema de exaustão; os resíduos líquidos são lançados diretamente para a galeria de esgoto sem tratamento dos seus efluentes (MODENESI E FREITAS, 2003).



Figura 14: Efluentes Perigosos na Rede de Esgotos

3.6 A Geração dos resíduos e seus desdobramentos

Para a produção de pranchas de surfe diversos processos são empregados e em cada um deles uma gama de rejeitos é gerada. Verificou-se que existe uma necessidade emergente de se proporcionar um processo de gestão ambiental na indústria do surfe, a fim de se minimizar o consumo de água, energia e geração dos resíduos. No processo produtivo das pranchas de surfe, 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 surfe 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.



Figura 15: Resíduos de PU

Diante deste, quadro foi criado um projeto desta unidade satélite denominada CecorRes 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 parcela de fabricantes deste município formalizou parceria com o Projeto Marbras et Mundi, através da assinatura de uma carta de adesão onde todos concordaram que a aplicação desta metodologia é uma necessidade para tornar sustentável este processo fabril e o produto prancha de surfe. Devido a uma reduzida escala na geração desses resíduos, projeta-se incorporar resíduos similares de outras indústrias, neste processo de recuperação, 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 (Quadro 11), relacionando-os ao respectivo processo produtivo que os originou, seu valor agregado e sua classificação, segundo a NBR 10.004.

Quadro 11: Inventário de resíduos da produção de pranchas de surfe

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 contaminados 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.

3.7 Produção de blendas de PU reciclado

Com informações coletadas no Instituto de Macromoléculas da UFRJ foram produzidas diversas blendas de PU reciclado para se verificar a possibilidade de recuperar o PU residual, de uma forma ambientalmente correta e que permita viabilizar economicamente este processo.

O PU é sintetizado e expandido através da mistura de duas resinas: o polioli e o di-isocianato. Essas químicas são misturadas em partes exatamente iguais, homogeneizadas e em seguida o produto é despejado em um determinado molde com uma finalidade específica. A reação de expansão se processa quase que de imediato e é possível observa-la através da formação de micro bolhas de ar na mistura.

No processo de reciclagem de PU denominado Poliadição, os resíduos são incorporados ao polioli, misturados de forma homogênea e em seguida mistura-se o di-isocianato. Desta forma, é propiciada uma aglutinação dos resíduos com as resinas e assim obtém-se um novo compósito.



Figura 16: Mistura dos RSSu com Polioli

Diversas proporções de resíduos em relação a quantidade de química utilizada foram empregadas e testadas por diversas vezes e a formulação que apresentou melhor resultado foi a que utilizou 40% de resíduos de PU pulverizados numa granulometria de 2 mm com 30% de polioli e 30% de di-isocianato. A princípio sob o ponto de vista técnico e econômico este método se mostrou viável. Foram sintetizados protótipos de bóias para mariculturas, painéis para isolamento termo acústico e também *plugs*, para a

produção de uma prancha de surf com material residual. Todos os protótipos apresentaram desempenho satisfatório e iniciou-se um processo de melhoria da qualidade destas blendas.



Figura 17: Despejo do Composto

Os resíduos foram coletados em uma oficina de pranchas e selecionados com o propósito de segregar o PU, da madeira utilizada na longarina, e em seguida foi processada a pulverização do PU com o objetivo de facilitar a aglutinação deste material residual com as resinas. Foram utilizados moldes de madeira e papel *craft* como desmoldante. Necessitou-se aguardar setenta e duas horas, tempo de cura do PU, para proceder a desmoldagem e assim obter um poliuretano reciclado.



Figura 18: Início da Expansão

Porém no aprofundamento desta metodologia foi constatado que este processo de expansão emite um gás nocivo ao meio ambiente. Na continuidade da pesquisa descobriu-se que esta mesma emissão poderá ser captada, encapsulada e comercializada,

inclusive com fácil absorção pelo mercado e com altíssimo valor agregado. Para este procedimento é necessário uma estrutura laboratorial complexa indisponível aqui na região. Devido a esta emissão nociva, a pesquisa foi redimensionada para o estudo que substitui a areia média lavada por resíduos micronizados de PU, para a produção de blocos de concreto para vedação em edificações.



Figura 19: Blendas de PU Reciclado

3.8 Moldagem dos blocos de concreto com RSSu

Após a realização de experiências preliminares foram dimensionados dois traços distintos, 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 2,0 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.



Figura 20: Moinho de Corte PST 300x600

Para a execução deste estudo foi formalizada uma parceria entre este pesquisador e a Blocos 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 vibro compactadora totalmente automatizada, que após programação, separa, mistura e compacta as proporções exatas de água, aglomerados e aglomerante, para produção de quatro 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 vibro compactação dos blocos de concreto.

3.9 Os Materiais

Na seqüência será exibido o Quadro 12, 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 antichama (alumina hidratada), resíduos de poliuretano e água.

Quadro 12: Materiais empregados no experimento

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

3.10 Utilização de resíduos da indústria de pranchas de surfe como agregado alternativo na produção de blocos de concreto

É usada uma tecnologia de recuperação por moenda ou pulverização dos materiais excedentes, que são 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 pulverização do material residual em um pó fino, 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 surfe), alternativos (como a areia industrial) e de segurança (elemento antichama) para que os produtos de segunda geração econômica venham a produzir um novo compósito diferenciado dos já existentes no mercado buscando sucesso comercial e futura validação pelo INMETRO e

ABNT, caso o produto final desta pesquisa atenda de forma integrada os aspectos ambientais, sociais e econômicos envolvidos nesta investigação.



Figura 21: RSSu Pulverizados

Foi adaptado o traço utilizado em experimentos preliminares com o padrão do maquinário utilizado, pois anteriormente os blocos foram moldados com “massa úmida” e nesta experiência foi empregada “massa seca” no processo de vibro compactação. 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, aditivo plastificante e cimento Portland CP ARI V, em uma dosagem de 1:12 (cimento agregados). Após dois minutos a massa tornou-se 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 quatro 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.



Figura 22: Produção dos Blocos

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 2,0MPa; tolerâncias dimensionais das faces planas de +2mm a -2mm e umidade menor do que 40% da absorção máxima. Abaixo, na Figura 22, é mostrada uma foto dos blocos de vedação produzidos com dejetos da indústria do surfe incorporados.

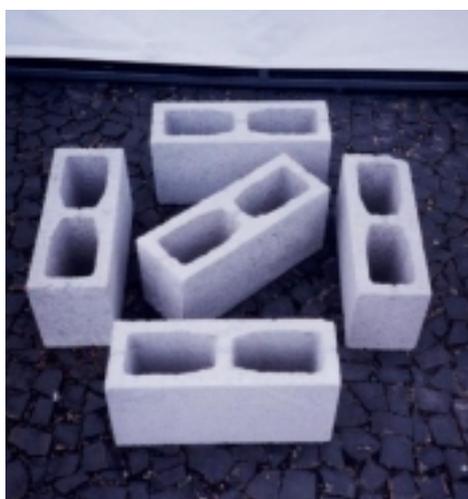


Figura 23: Blocos ECO I e ECO II

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

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 surfe desenvolvido por esta pesquisa, foi detectado que é possível minimizar a geração dos resíduos, mas não eliminá-los. Os dejetos não elimináveis gerados nos processos produtivos das pranchas de surfe 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 de água, inflamabilidade, lixiviação e toxicidade aguda.

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, sendo que o ECO I apresentou melhor desempenho no teste de resistência mecânica.

Esta norma também prescreve que os blocos M-15 tenham uma absorção individual de no máximo 15%. No ensaio de absorção de água, 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 100⁰ C deixou a amostra úmida, inibindo a chama piloto do aparelho onde estava sendo realizado o ensaio.

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 dejetos 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 dejetos 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 surfe 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 e normalmente enterrados.
- 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 poderá ser 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;

g) aspectos educativos - a disseminação de uma cultura de perpetuação da espécie humana e dos recursos naturais, para as gerações vindouras e para uma promoção social. Conscientização Ambiental e Pedagogia Social;

h) aspectos administrativos - o gerenciamento racional de um modelo social sustentável é premissa básica para uma vida mais tranqüila e com mais qualidade. A destinação final do lixo urbano e industrial deverá ser cada vez mais pauta da organização pública, privada, comunitária e também por que não um assunto de segurança nacional para todas as nações;

i) aspectos jurídicos - projeto preventivo ao nível de legislação ambiental considerando-se que cada vez mais a degeneração ambiental será fiscalizada, coibida e possivelmente autuada e embargada;

j) aspectos turísticos - fomentar o intercâmbio nacional e internacional dos interessados em processos de sustentabilidade, visando uma interação planetária da comunidade dos surfistas e união em prol de oceanos limpos, fonte original da vida na Terra;

k) aspectos terapêuticos - conservar e regenerar a natureza é uma forma eficaz de promover a melhoria na qualidade de vida e contribuir para cura planetária, tão aviltada pela ação antrópica descriteriosa;

l) aspectos filosóficos - o desenvolvimento econômico vigente é um equívoco de posicionamento. A humanidade trocou o simples e equilibrado pelo finito e ganancioso.

O apego aos bens materiais afastou o homem da sua essência, da sua natureza, gerando malefícios sociais e ambientais e uma situação contemporânea caótica. Destruir a natureza, que oferece gratuitamente tudo que é necessário para a plenitude da vida, denota pobreza espiritual, supervalorização do ego, da luxúria e um passo para que seja provocado nosso “suicídio” futuro (lei da ação e reação). Iniciativas que promovem a sustentabilidade são arautos do paradigma quântico, da multidimensionalidade, onde a interdependência é considerada e respeitada.

4.1 Resistência a compressão

Data: 11 de Dezembro de 2002

Local – Blocaus – Biguaçu - SC

Equipamento – Prensa Hídrica EMIC com capacidade de 120.000 Kgf

Quadro 13 : Resultados do ensaio resistência de compressão

Blocos	Padrão	7% (ECO I)	17% (ECO II)
Peso (g)	12.380	10.560	7.220
Carga ruptura (Kgf)	39.600	46.040	22.000
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.

$$\text{Carga de Ruptura (CR) x 0,98 : área da superfície}$$

4.2 Absorção

Data – 19/12/2002

Hora – 17:00 horas

Local – Blocaus

Quadro 14: Resultados do ensaio de absorção

Peso (g)				Absorção Máxima (%)	
Seco		Saturado		ECO I	ECO II
ECO I	ECO II	ECO I	ECOII		
6,810g	12,280g	8,960g	13,160g	(7,1%)	(31%)

Observação: ECO I = 17% e ECO II = 7% (percentual de substituição da areia média lavada).

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:

$$\text{Peso Saturado} - \text{Peso Seco} : \text{Peso Seco} \times 100$$

4.3 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 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 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95 e 100^o C, as amostras dos blocos ECO I (17%) e ECO II (7%) não produziram chama alguma;
- acima de 100^o c a alumina hidratada reagiu com o calor umedecendo as amostras, ao ponto de inibir a chama-piloto.

4.4 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);

- auferir 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;
- auferir 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 0,45µm num conjunto de filtração;
- filtrar com filtro qualitativo (diâmetro de 150mm) para separar o sólido do líquido (material encaminhado para avaliação em espectrômetro de infravermelho 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).

Quadro 15: Produtos do ensaio de lixiviação

Amostra	pH 6/2	Destino	pH 7/2
17%	11,39	LABTOX (toxicidade)	11,26
17%	11,49	IMA (espectrômetro)	11,24
7%	10,09	LABTOX (toxicidade)	9,62
7%	10,38	IMA (espectrômetro)	9,80

4.5 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

Quadro 16: Resultados dos testes de toxicidade aguda com *Daphnia magna*

Tipo de Efluente	CE ₅₀ 48 horas (%)	% diluição sem efeito	FD sem efeito
ECO I – 7%	45,54	33,3	3
ECO II – 17%	47,32	33,3	3

Observações:

- 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 (dois).

4.6 Resultados das análises de espectrometria no infravermelho

Foram encaminhadas para o Instituto de Macromoléculas da Universidade Federal do Rio de Janeiro, duas amostras de resíduos sólidos dos blocos produzidos, com as formulações 17% e 7%, respectivamente.

Os espectros na região do infravermelho das duas amostras são similares, apresentando picos intensos na região de 3442 cm⁻¹ (grupos hidroxila, OH), 1438 e 875 cm⁻¹ (grupos Si-O-Si). Essas bandas são características de sílica e caracteriza material de origem mineral. Ambas as amostras apresentaram também bandas muito pequenas em 2514 cm⁻¹ e 1800cm⁻¹, que poderiam estar relacionadas ao material orgânico, mas não puderam ser relacionadas a nenhum material. As intensidades dessas bandas são semelhantes nos dois espectros, o que equivale dizer que, se os materiais foram submetidos a processo de lixiviação, este não foi suficiente para remover esse material inorgânico (provavelmente resíduo polimérico) do material orgânico.

Grupos isocianato (-N=C=O) (absorção forte em 2263-2275 cm⁻¹) não estão presentes nas amostras. Esses grupos, que são muito reativos e, portanto, torna os produtos que os contêm tóxicos, não deveriam ser esperados. São encontrados nos diisocianatos, reagentes que geram de forma irreversível os poliuretanos. Uma vez

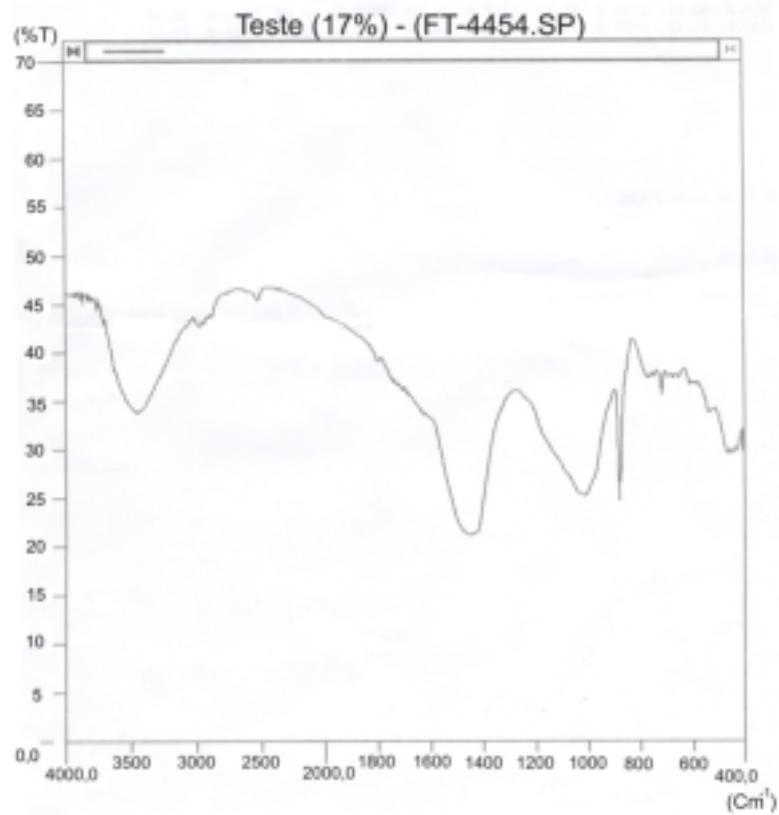
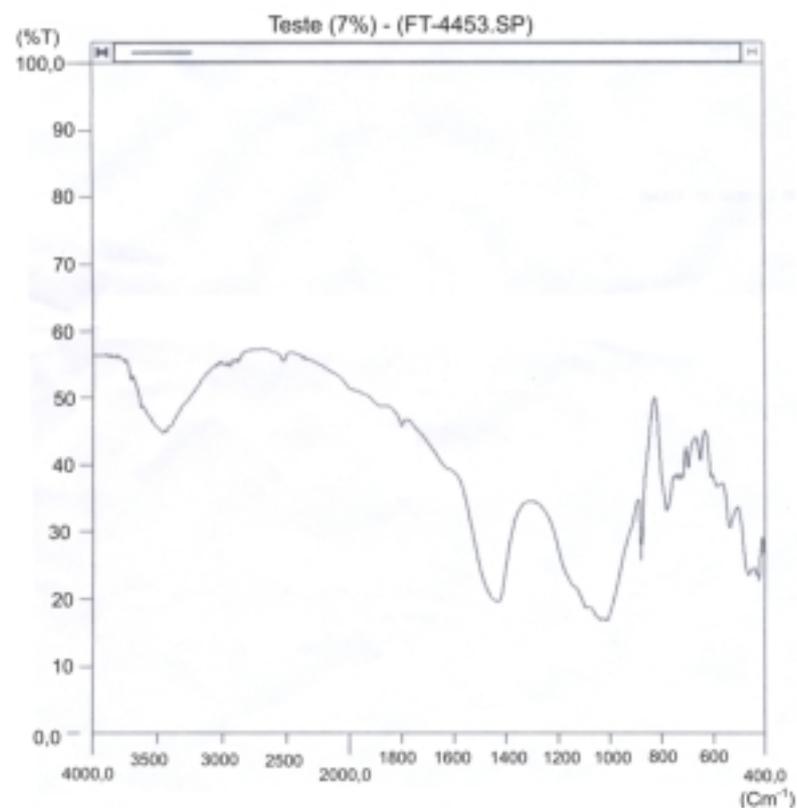
formado o poliuretano, esses grupos são completamente consumidos, não retornando mais à constituição original.

A técnica de espectroscopia no infravermelho apresenta sensibilidade de cerca de 5%, isto é, se o material orgânico está presente em quantidade inferior a 5%, suas bandas de absorção no infravermelho poderão não ser detectadas, principalmente como no caso das amostras analisadas, que apresentam nitidamente grande quantidade de material inorgânico, cujas bandas de absorção características podem encobrir as bandas de material orgânico.

Se os dois materiais analisados contêm resíduos de poliuretano, seriam esperadas bandas de absorção de grupos uretano (-HN-(C=O)-O-) em $1630\text{-}1655\text{ cm}^{-1}$ e $3180\text{-}3350\text{ cm}^{-1}$. Essas bandas não são nítidas nos espectros.

Os grupos uretano são fragmentos muito similares a grupos presentes em proteínas (aminoácidos), sendo esta a principal razão da grande compatibilidade com organismos vivos. Assim, os materiais com alto teor de material inorgânico contendo resíduos de poliuretano não devem causar impacto ambiental significativo. Da mesma forma, apesar de poderem sofrer hidrólise, o processo ocorre lentamente. Tempos para ocorrer decomposição ou arraste do material por fluxo líquido (lixívia) devem ser longos, pois depende da remoção de uma partícula do polímero da massa inorgânica. Dependendo da consistência do material e resistência a lixiviação, poderá ser difícil sua remoção.

As análises realizadas revelaram que os materiais designados por 17% e 7% são constituídos basicamente de material inorgânico à base de sílica (areia) com um mínimo de material orgânico. É provável que em ambos o percentual de material orgânico seja muito inferior a 5%.

Gráfico 3: Espectrometria de Infravermelho**Gráfico 4: Espectrometria de Infravermelho**

5 PROJEÇÕES PARA IMPLEMENTAÇÃO DO CECORRES

Após a concepção de um produto alternativo proveniente do processamento dos resíduos gerados na fabricação de pranchas de surfe, deverá ser feita a projeção da implementação do CecorRes, com o objetivo de se enriquecer este estudo. Para a implantação e manutenção de uma unidade piloto, por um exercício financeiro, necessita-se de um investimento da ordem de R\$155.944,88. O projeto de implementação do CecorRes prevê um Ponto de Retorno de médio prazo (5,4 anos) e Ponto de Equilíbrio da ordem de R\$114.698,06/ano. Não foi computado o passivo ambiental a ser gerado nestes 63 meses que poderão ser saneados, na dinâmica da atividade e onde serão economizados importantes recursos financeiros. Todas as cotações foram realizadas em março de 2002.



Figura 24: Fluxo Esquemático da Reciclagem.

5.1 Avaliação preliminar de impacto ambiental

Levando-se em consideração o artigo 134, incisos VII, XI e XIV do Capítulo V da Lei Orgânica do Município de Florianópolis, foi realizada uma Avaliação Preliminar de Impacto Ambiental, para a instalação do CecorRes em área propícia. É necessário alertar, que este estudo é apenas para estabelecer um parâmetro para decisões, pois um

estudo completo de impacto ambiental só poderá ser completo quando o projeto estiver na sua fase de maturação e operação.

Foi utilizado o "método da listagem de controle" (TOMASSI, 1994) para realização deste estudo, com a finalidade de avaliar até que ponto e em que grau de intensidade esta instalação pode apresentar algum tipo de impacto ambiental. Segundo o autor citado acima, "impacto ambiental" é uma alteração física ou funcional em qualquer dos componentes ambientais. Essa alteração pode ser qualificada e, muitas vezes, quantificada. Pode ser favorável ou desfavorável ao ecossistema ou à sociedade humana. O crescimento desordenado das cidades, especialmente das grandes metrópoles, tem provocado uma série de problemas sócio-econômicos e ambientais. Atualmente são várias as atividades humanas que causam impactos ambientais, dentre elas pode-se destacar a disposição inadequada dos resíduos que provocam distúrbios na qualidade do solo, do ar e dos corpos aquáticos além de representar um risco para a saúde pública. De acordo com a metodologia descrita por TOMMASI, a cada ação será atribuído um peso variando de 1 a 5 de acordo com a importância relacionada aos princípios da análise. Às conseqüências foram atribuídas notas variando de -5 (impacto negativo mais intenso) à +5 (impacto positivo mais intenso). Para impacto ambiental ausente foi utilizado o 0 (zero). Depois de obtidos os pesos e notas, o índice de impacto ambiental (I) foi calculado através da seguinte equação apresentada abaixo:

$$I = \frac{\text{Soma dos Pesos das Ações} \times \text{Nota das Conseqüências}}{\text{Soma do Peso das Ações}}$$

Quadro 17: Avaliação Preliminar de Impacto Ambiental

Peso	Ações*	Nota	Peso x Nota
5	Escolha de área	5	25
5	Desmatamento	5	25
4	Preparo do terreno - terraplanagem	4	16
3	Aberturas de vias de acesso	4	12
4	Construção do CecorRes	4	16
5	Seleção dos RSSu na origem	-1	-5
5	Transporte hermético dos RSSu	4	20
5	Suspensão de RSSu no ambiente	-1	-5
5	Fluxo viário da unidade	3	15
5	Exposição de resíduos sólidos a céu aberto	5	25
5	Armazenamento hermético dos RSSu no silo	5	25

5	Moagem hermética dos RSSu	-1	-5
5	Processamento hermético dos RSSu	-1	-5
5	Estoque de Produtos 2G	5	25
5	Distribuição de Produtos 2G	5	25
5	Poluição de áreas circunvizinhas	-1	-5
5	Geração de líquidos percolados	5	25
5	Emissão de biogás	5	25
4	Proliferação de micro e macro vetores	5	20
5	Maus odores	5	25
5	Poluição sonora	-1	-5
5	Poluição do ar	3	15
3	Aspectos paisagísticos - estéticos	-1	-3
5	Contaminação e poluição do solo	5	25
5	Contaminação e poluição dos corpos aquáticos	5	25
5	Contaminação dos EMCO'S	5	25
123	RESULTADO	I=3,09	381

*Na instalação do CedorRes, é prioridade estabelecer critérios de implementação calcados no conceito da ecologia industrial e da eco eficiência.

Índice de Impacto Ambiental Projetado da Instalação do CedorRes = 3.09

Numa escala -5 à +5, o índice calculado encontra-se numa faixa considerável de impacto positivo mais intenso denotando, portanto, a preocupação e um esforço no planejamento da atividade em se manter um padrão favorável de preservação da saúde pública e dos trabalhadores, assim como do meio ambiente.

5.2 Análise de risco

Para a fiel consecução do trabalho proposto foram escolhidas prerrogativas, que combinadas e interagidas de forma positiva, colaborarão para o sucesso do projeto e minimização dos riscos decorrentes de qualquer atividade empreendedora, no atual quadro recessivo da economia brasileira.

- coletar um volume de resíduos suficiente, para empregar a metodologia desenvolvida e colher os resultados industriais e financeiros projetados;
- se necessário incorporar resíduos de outros processos industriais, a fim de angariar uma escala de resíduos condizente aos resultados planejados neste estudo;
- os produtos decorrentes da tecnologia serem aprovados, na dinâmica do processo pela ABNT, INMETRO e mercado consumidor;

- como a geração de resíduos é coletiva, de uma forma geral, é necessário que todas instituições e cidadãos envolvidos no projeto estejam imbuídos que a necessidade de intervenção ambiental é uma prioridade em relação a outras a serem detectadas, sejam elas de caráter jurídico, fiscal ou social.
- é primordial estabelecer um apoio irrestrito e incondicional dos órgãos ambientais, autoridades governamentais, instituições técnico científicas e jurídicas, para a realização otimizada do projeto, fato este que já vem se consolidando nas parcerias já articuladas;
- por se tratar de uma inovação tecnológica, os resultados projetados previstos devem ser encarados sob uma ótica prudente e sem pressões imediatistas ou oportunistas;
- produtos recuperados, em uma visão macro-espacial ainda enfrentam, apesar de um respaldo técnico-científico já conquistado, desconfianças por parte do mercado consumidor, em relação ao padrão de qualidade e eficiência;

Qualquer iniciativa empresarial gera riscos, porém o mais importante é que o empreendedor esteja consciente desta variável e trabalhe de forma preventiva, a fim de eliminar causas e burilar efeitos negativos que possam ocorrer.

5.3 Projeto técnico

5.3.1 Estudo preliminar da planta industrial do CecorRes, *lay out* e fluxograma do CecorRes - ANEXO E e F.

5.3.2 Infra-estrutura

Para que o projeto seja realizado a contento são necessários que os seguintes itens, ocorram na área a ser implantada a unidade recicladora:

- instalações hidráulicas e sanitárias compatíveis ao processo produtivo;
- rede elétrica instalada com capacidade para suportar carga de até 50 kW;
- concessão de terreno, de aproximadamente 1.000m²;
- portaria, guarita, balança e posto de lavagem de veículos no local identificado;
- via pública de acesso de ótima qualidade;
- área totalmente cercada;

- topografia local sem necessidade de alterações morfológicas;
- área livre para recepção de resíduos com 150m²;
- área destinada para silo dos RSSu com 25,80m²;
- área para trituração dos RSSu com 18,60m²;
- área para processamento dos RSSu com 18,13m²;
- área para depósito dos insumos de produção com 6,13m²;
- área para estoque de produtos recuperados com 24,24m²;
- área para circulação industrial com 11,58m²;
- área para vestiário, banheiro, escritório, copa e central de treinamento e educação ambiental com 59,89m²;
- área para estacionamento com 100m²;
- área total edificada com 186m²;
- sistema de ventilação controlado a fim de evitar suspensão dos RSSu;
- sistema de iluminação com aproveitamento máximo da luz natural;
- sistema de coleta de particulados via turbinas de aspiração ou exaustão

5.3.3 Processo produtivo

O processo produtivo empregado no projeto é semelhante ao utilizado em uma fábrica de blocos de concreto, sendo as únicas diferenças a utilização de RSSu como agregado e cuidados ambientais específicos na coleta e estocagem dos resíduos, devido às suas características tóxicas e inflamáveis.

O primeiro passo é gerenciar de forma hermética a segregação e coleta dos dejetos, na fonte geradora, assim como a estocagem dos RSSu na unidade recicladora, visando eliminar possíveis impactos ambientais e riscos à saúde dos trabalhadores nas oficinas e também no CecorRes. Em seguida serão feitos traços, em betoneira elétrica, utilizando Cimento Portland ARI V, como aglomerante e como agregados serão empregados areia industrial e “coquetel” de RSSu triturados, em granulometria semelhante a da areia média lavada. A próxima etapa é a moldagem e a prensagem dos blocos (14x19x39 cm) em uma “prensa mecânica”. Na seqüência aguarda-se a secagem

do produto, para posterior desmolde. O bloco então estará pronto para ser estocado, distribuído e comercializado.

5.3.4 Capacidade de produção estimada

Considerando-se que o volume máximo a ser processado será da ordem de 39Kg/hora e que foram programadas um total de 8 horas/dia e 22 dias/mês, 12 meses por ano como parâmetros de produtividade, logo foi auferido o seguinte resultado abaixo discriminado.

Quadro 18: Capacidade de Produção

Capacidade de Produção	Total (Kg)
Diária	312
Mensal	6.864
Anual	82.368

Quadro 19: Relação Das Máquinas Necessárias

Tipo	Fabricante	Capacidade	Especificação	Custo
Moinho de Corte	Pallmann do Brasil	200 Kg/hora	PS-T 300X600 B2/F3	R\$15.000,00
Betoneira	-	5,5 traços/dia	-	R\$800,00
Prensa Mecânica	Sahara Máquinas	231 blocos/dia	Modular 14x19x39	R\$6.000,00

Quadro 20: Mão-de-obra

Mão de Obra			
M.O. direta	Quant.	SM/mês	total
Gerente Produção	1	4	4
Operador de Máquina	1	2	2
Auxiliar de Produção	1	1	1
M.O. indireta			
Secretária	1	2	2
Faxineira	1	1	1
Coordenador	1	5	5
Σ	6	15	15
salário mínimo – SM - (R\$)	180,00		
total anual + 13° salário (R\$)	35100		
total MO direta + 13° (R\$)	16380		
total MO indireta + 13° (R\$)	18720		

Quadro 21: Material de consumo

Material de Consumo Direto (mensal)					
Material	quant./traço	preço	total	quant. resíduo	preço final
Areia Ind. (m3)	0,12	16,00	1,92	513,6	8217,60
Cimento (saco)	1	13,00	13	4280	55640,00
Resíduo Trit. (Kg)	25	0,00	0	107000	0,00
			14,92		63857,60

5.3.5 Memorial descritivo da instalação do CecorRes

No projeto preliminar do CecorRes, partiu-se da premissa de que os RSSu que chegassem para serem beneficiados, deveriam percorrer um fluxo linear a fim de que a produção pudesse acontecer de forma a não haver retrocesso ou cruzamento de atividades produtivas ou funcionais. O material bruto, já pré-selecionado na origem (fábricas de pranchas de surfe), chegaria à unidade e seria armazenado num silo, sem contato humano direto (turbinado via dutos). Serão utilizados condicionadores específicos para resíduos perigosos, na cor laranja, conforme Resolução CONAMA 275 (25 de Abril de 2001), que mantém o resíduo hermético ao ser manuseado e transportado. Do silo será exaurido para a sala de moagem através de uma tubulação alimentada por uma turbina. Do moinho, os RSSu já micronizados serão transportados também por uma tubulação, diretamente à sala de processamento, a fim de serem beneficiados.

Estes compartimentos descritos acima serão herméticos e transparentes para eliminar a possibilidade de suspensão de partículas tóxicas no interior da unidade e maior controle ambiental. Geminado ao setor de beneficiamento haverá um depósito de materiais virgens (areia, areia industrial, pedrisco, aditivo plastificante, alumina hidratada e cimento Portland ARI V) complementares ao processo de recuperação dos RSSu. Depois de processado, o produto final passará para um setor de estoque de produtos de segunda geração econômica, para posterior comercialização e distribuição.

Acoplada à unidade produtiva, porém independente, projetou-se uma área administrativa e de convivência, que é composta de recepção de funcionários, um vestiário com *toilette*, um escritório, uma copa e um local denominado ECEA (Espaço Comunitário de Educação Ambiental), para realização de eventuais palestras, treinamentos e capacitação dos trabalhadores em ecoturismo, educação ambiental e reciclagem.

A construção de 186m² que demanda um terreno com 1000m², deverá ser executada com tijolos de cimento para estrutura e vedação. Externamente serão impermeabilizados e pintados e internamente serão revestidos de materiais cerâmicos, assim como o piso. O telhado será constituído por telhas de barro e forrado com lambris de PVC, para eliminar suspensões indesejáveis ao processo.

Com relação ao sistema de iluminação haverá uma preocupação em se tirar o máximo proveito da luz natural utilizando-se vidros, para vedar determinados locais estratégicos assim como telhas alternativas transparentes. A ventilação será natural na área administrativa e de convivência e artificial em determinados setores produtivos.

Para a implementação do CedorRes foi projetado um sistema de fluxo independente dos veículos coletores e pessoais, para não gerar congestionamentos ou risco de acidentes. Cada mínimo esforço para implementar esta unidade será monitorado a fim de se eliminar qualquer possibilidade de impacto ambiental ou ameaça a saúde pública.

Na dinâmica do projeto foi prevista a realização de um estudo minucioso, para utilização de energias alternativas: como eólica, hidráulica e solar assim como sistemas de captação e reaproveitamento de águas pluviais e residuais.

Este estudo preliminar prevê a possibilidade de ampliação de obras civis a fim de se atender uma maior demanda de resíduos ou extensão da cobertura geográfica do projeto, sendo que maiores detalhamentos poderão ser realizados com o advento da instalação desta unidade, na fase pré-construtiva da unidade piloto, com a participação efetiva de um profissional qualificado em obras de engenharia civil e industrial.

5.4 Definições referentes ao estudo de viabilidade econômica da montagem de uma empresa

O estudo de viabilidade econômica para a montagem de uma empresa de reciclagem conta com algumas ferramentas para a estimação dos gastos. Estas ferramentas têm como objetivos tratar as informações sobre o mercado local e com isso adquirir indicadores de desempenho do setor estudado. É claro que este tipo de estudo não garante o sucesso da empresa projetada, mas sem dúvidas já estabelece limites de gastos com os processos adotados (ANTUNES, 2001).

Alguns termos utilizados estão apresentados a seguir. Eles seguem a terminologia adotada e empregada pelo SEBRAE:

- Receita Operacional: Quantidade Vendida X Preço Unitário da Mercadoria;
- Custos Fixos: aqueles que permanecem constantes, sem variação, independe do volume de produção ou de vendas da empresa, numa certa escala de tempo;
- Custos Variáveis: variam de forma proporcional ao volume de produção ou de vendas da empresa, como, por exemplo, gastos com matéria-prima;
- Mão de Obra Indireta: pessoal envolvido em atividades meio e administrativas. É uma rubrica caracterizada como de custo fixo;
- Mão de Obra Direta: pessoal envolvido diretamente com a produção; é caracterizada como sendo um custo variável;

- Depreciação: Corresponde à perda do valor do capital aplicado na aquisição do bem; em sua essência, constitui uma fonte de fundos para o custeio do investimento para reposição. As taxas apresentadas nesta pesquisa são estabelecidas pela Secretaria da Receita Federal, no regulamento do Imposto de Renda das Pessoas Jurídicas;
- Manutenção/Conservação: quando preventiva e programada, constitui-se em custo fixo;
- Seguro: definido pelas seguradoras em função do grau de risco de sinistro, as taxas utilizadas nesta pesquisa são padrões adotados na quase totalidade dos roteiros de estudos de viabilidade;
- Impostos e contribuições: Os impostos considerados incidem sobre o montante de vendas;
- Simples: Sistema Integrado de Pagamento de Impostos e Contribuições das Microempresas e Empresas de Pequeno Porte, os recolhimentos seguem os percentuais das alíquotas contemplados na lei que rege o sistema;
- Lucratividade: determina a parcela das receitas operacionais, em termos relativos, que representa o lucro do negócio;
- Rentabilidade Simples: indica o retorno dos recursos totais investidos no empreendimento;
- Prazo de retorno do investimento (PRI): indica o tempo de recuperação dos recursos aplicados no empreendimento. É o inverso da rentabilidade;
- Ponto de Equilíbrio: indica os níveis de venda em que os custos totais da empresa se igualam às suas receitas, isto é, o ponto em que não há lucro nem prejuízo. No ponto de equilíbrio, a empresa consegue absorver todos os seus custos fixos e variáveis até aquele ponto. A partir deste nível, o empreendimento começa a gerar lucro;
- Capital de Giro: recurso destinado à compra de mercadorias, reposição de estoques, despesas administrativas etc;
- Investimento Fixo: recurso destinado à aquisição de bens e imóveis, destinados a gerar o resultado operacional da empresa. Consideram-se ativos fixos, as máquinas, equipamentos e construção civil; indispensáveis para o funcionamento ou ampliação da empresa;

É importante salientar que a opção pelo SIMPLES substitui tarifas como Imposto de Renda, Contribuição Social, PIS e COFINS pelo percentual aplicável sobre a receita bruta.

Segundo VALLE (1999):

Alguns tributos incidentes sobre materiais reciclados constituem casos claros de bi-tributação, por já serem incididos originalmente sobre os mesmos materiais primários. Essa tributação poderá onerar, um produto que já tenha que disputar seu nicho, dentro de um mercado altamente competitivo, com materiais primários, poderá também inviabilizar, em diversos casos, programas de reciclagem de alto interesse para a proteção do meio ambiente e a geração de novos empregos.

Quadro 22: Mão de obra necessária

M.O. direta	Especialização	Oferta de Mão de Obra
Gerente Produção	Eng. Mecânico	Sim
Operador de Máquina	Técnico	Treinamento
Auxiliar de Produção	Técnico	Treinamento
M.O. indireta		
Secretária	Técnico	Sim
Faxineira	-	Sim
Coordenador	Adm. Empresas	sim

Quadro 23: Investimentos fixos necessários

Investimentos (R\$)	
Produção do site	1000,00
Obras	15000,00
Alvarás e Licenças	2400,00
Máquinas e Equipam.	51552,00
Material de escritório	3600,00
Capital de Giro	72914,75
Marketing	8170,00
Total	154636,75

Quadros 24, 25 e 26: Custos Complementares

CUSTOS ANUAIS	
Custos Fixos	45683,26
Mão de Obra indireta	18720,00
Encargos Sociais – 30%	5616,00
Depreciação e outros	16978,68
Luz e comunicação (sebrae)	3038,00
Eventuais (total + 3%)	1330,58
Custos Variáveis	173060,99
Mão de Obra direta	16380,00
Materiais (Dir. +Ind)	67009,60

Encargos Sociais 30%	4914,00
Impostos	61216,78
Água	1500,00
Energia Elétrica	12000,00
Transporte	5000,00
Outros	5040,61
TOTAL DOS CUSTOS	218744,25

Quadro 25

Discriminação	Invest. fixo	Depreciação		Manutenção		Seguro	
		tx. %	valor	tx. %	valor	tx. %	Valor
Obras	15000,00	4	600,00	6	900,00	0,5	75,00
Máquinas e Equip.	51552,00	10	5155,20	18	9279,36	1	515,52
Mat. Escritório	3600,00	10	360,00	2,4	86,40	0,2	7,20
totais parciais			6115,2		10265,76		597,72
Total							16978,68

Quadro 26

IMPOSTOS E CONTRIBUIÇÕES			
Discriminação		Situação Atual	
Débito	Alíq. %	Base	valor
PIS	0	287616	0
COFINS	0	287616	0
ICMS	17	287616	48894,72
CPMF	0,38	287616	1092,9408
IR	0	287616	0
IPI	0	287616	0
SIMPLES	6,7	287616	19270,272
tot. deb.			69257,9328
Crédito			
ICMS	12	67010	8041,152
IPI	0	67010	0
tot.cred.			8041,152
deb-cred			61216,7808

Quadro 27: Projeções de Resultados e capacidade de pagamentos

Premissas	
Preço de venda do tijolo(R\$/Tij)	1,60
Tijolos por ano	179760
Turno de trabalho (H)	8,00
Volume processado/máq. (Kg/H)	39
Coleta anual de resíduos(Ton/Ano)	107
Receita operacional	287616,00

Coleta mensal (ton/mês)	8,92
Capital de Giro	4 meses
CAPACIDADE DE PAGAMENTO	valores atuais (R\$)
Depreciação	6115,20
Disponibilidade	74986,95
Amortização	13687,40
Juros do Investimento 17%	26288,25
Lucro Líquido	28896,10
Saldo (lucro liq. + Disp)	35011,30

Quadro 28: Resultados operacionais

Discriminação	Valores atuais (R\$)
Receita	287.616,00
Custos variáveis	173.060,99
Lucro bruto (margem de contribuição)	114.555,01
Custos fixos	45.683,26
Lucro operacional	68.871,75

Quadro 29: Análise de retorno de investimento

INDICADORES DE RESULTADOS	
Lucratividade %	10,0
Rentabilidade %	18,7
Pto de retorno (ano)	5,4
Pto. de equil. R\$/ano	114698,06
PE em tijolos/ano	71686

5.5 Projeções para estratégias de comercialização

5.5.1 Preço

Em relação ao preço do produto desenvolvido foi quantificado, após profundo estudo mercadológico, em R\$1,60 a unidade, enquanto o bloco normal custa cerca de R\$1,20 cada. Foi verificado um aumento em relação à produtos concorrentes indiretos distribuídos pelo mercado de Florianópolis, devido ao estudo ter sido realizado com uma escala diminuta de produção e em função da real geração de resíduos, que é pequena.

Este custo poderá ser minimizado, com o aumento da coleta de RSSu, transformado em matéria prima. Para justificar esta diferença, é importante salientar que este produto

possui um diferencial de mercado (promoção de isolamento termo-acústico em painéis de vedação), o que justifica este acréscimo.

5.5.2 Produto

O bloco de concreto desenvolvido possui as seguintes dimensões: 14x19x39cm. É um compósito constituído por cimento Portland CP ARI V, areia industrial, pedrisco, aditivo plastificante, elemento antichama e coquetel de RSSu, que por transferência de propriedade promove o isolamento termo-acústico em ambientes que se utilizem deste produto.

5.5.3 Ponto de venda

Os produtos poderão ser escoados no mercado através de “venda direta” (na própria unidade) ou pelo atacado, formalizando-se parcerias com lojas de materiais de construção, consideradas estratégicas visando um giro de mercadorias veloz e eficiente.

5.5.4 Promoção

Será enaltecida a condição deste produto prover de resíduos provenientes da recuperação de materiais perigosos ao meio ambiente e com alto valor agregado. A tática de comunicação será amplamente alicerçada e amparada na mobilização da sociedade civil organizada, em promover conservação ambiental, maximização de materiais e recursos financeiros, além de promoção social.

5.5.5 Relações públicas

Esta é uma importantíssima ferramenta de *marketing* apesar de quase não ser praticada em nosso mercado. Casos bem sucedidos de pequenos ou grandes empreendimentos serão referências para ações de relações públicas, a fim de dinamizar o giro de capital ou mercadorias, além de incrementar um processo de educação ambiental no município, alicerce para o sucesso desta empresa.

Ampla plano de comunicação poderá ser engendrado para veicular uma mensagem de sustentabilidade, junto à opinião pública, utilizando assim a mídia para alavancar o *goodwill* do projeto e como consequência promover institucionalmente e comercialmente a atividade empresarial.

5.6 Parecer conclusivo

No dimensionamento apresentado foi observado um índice de ociosidade da ordem de 322%. Esta lacuna poderá ser preenchida com o progressivo desenvolvimento da atividade ou captação de resíduos de outras indústrias visando melhores resultados financeiros e ambientais. Enquanto a atividade não aportar a oferta da capacidade instalada, o turno de trabalho poderá ser minimizado, a fim de engendrar e desenvolver amplo programa de educação ambiental na unidade, no mercado e na cidade de Florianópolis, pois um empreendimento desta natureza necessita deste subsídio pedagógico para conquistar sucesso.

Quanto aos resultados financeiros projetados foram observados que a lucratividade se encontra em uma faixa aceitável e com resultados significativos em relação a outros tipos de investimento.

Para alcançar o ponto de retorno a atividade necessitará de 63 meses de atuação, prazo qualificado como médio e condizente ao empreendimento proposto, considerando-se que se trata de uma empresa inédita, ao nível mundial.

O ponto de equilíbrio em produtos também reflete uma possibilidade concreta de resultados positivos da empreita, pois diante do valor encontrado (71.686 blocos/ano) e comparado a pesquisa de venda média de ponto de distribuição de produtos similares, conclui-se que através de apenas 5 vendas/mês atingiremos os resultado projetado como lucratividade e rentabilidade.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

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 Ecosistema da Ilha de Santa Catarina, planeta Terra e gerações futuras, para a solução de um problema ambiental e sócio-econômico, que se prolonga há mais de 30 anos na indústria do surfe. Uma inédita contribuição à conservação do meio ambiente e à otimização dos processos fabris do produto “prancha de surfe”, 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: degradação da camada de ozônio; clima mundial alterado; escassez de água potável; florestas dizimadas; rios e mares poluídos; Ecosistemas degenerados; legião de desempregados e miseráveis; desequilibrada 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 megalomaniacos, 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 aviltar a natureza caracteriza no futuro, a nossa decadência e destruição.

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 eco eficiência nos processos produtivos e um conseqüente desenvolvimento sócio-econômico sustentável.

Conclui-se que atualmente a indústria de fabricação de prancha de surfe se encontra longe de ser um processo que não traga danos à natureza. Apesar do avançado desenvolvimento tecnológico nos diversos setores de produção industrial a utilizada pela maioria das fábricas de prancha de surfe ainda é a mesma há mais de 30 anos (MODENESI e FREITAS, 2003).

Outro fator marcante fica por conta da maneira como os resíduos extremamente tóxicos, inflamáveis e de alto valor agregado, provenientes da fabricação, são literalmente descartados. Além disso, a matéria-prima utilizada é um derivado de petróleo, ou seja, recurso natural não renovável. Portanto, seu uso deve ser feito de modo controlado evitando-se desperdícios, uma vez que a modernidade depende desse recurso para a manutenção de seu modo de vida.

Observa-se que os fabricantes têm consciência dos resíduos que geram e dos impactos conseqüentes. Afirmam que participariam de um projeto de gestão, porém em sua maioria esperam alternativas prontas, enquanto toneladas de resíduos são descartadas sem tratamento correto, gerando impactos e se somados aos outros provenientes da ação humana, num futuro próximo poderão acabar com a viabilidade da prática do esporte.

A atuação passiva dos fabricantes não pode ser resumida apenas como um estado de acomodação, pois nem sempre esses são portadores de conhecimentos técnicos necessários para o desenvolvimento de métodos e práticas confiáveis no

controle e gestão de resíduos. Deste modo, configura-se a necessidade de normatização destes meios de controles sob normas e leis específicas de controle ambiental.

É preciso uma mudança de valores por conta da sociedade sobre a idéia de meio ambiente, produtos reciclados, benefícios da reciclagem de materiais e o conceito de desenvolvimento sustentável, para que estes passem a fazer parte do nosso dia-a-dia não como modismo ou coisas do gênero, mas como necessidade para uma existência harmônica com o planeta.

Enquanto o pensamento economicista se sobrepor às variáveis sociais e ambientais, o desenvolvimento sustentável não passará de uma utopia.

6.1 Conclusões

A elaboração e formatação de um banco de dados sobre o objeto do trabalho foram conquistadas através da realização de entrevistas informais com profissionais desta área de atuação, e representam atualmente uma importante fonte de estudos para a continuidade desta linha de pesquisa que poderão ser disponibilizadas para qualquer pesquisador (a) que venha a se interessar em desenvolver esta temática.

Foram realizados dois fóruns de debates com o objetivo de levantar informações para o desenvolvimento desta investigação, servindo também como elo de ligação e parceria entre este pesquisador, fabricantes e diversos segmentos da sociedade civil organizada. As informações coletadas serviram como linha-mestra deste processo de pesquisa e demonstrou o consenso entre todos os envolvidos, da necessidade urgente de se implementar esta metodologia para minimizar o impacto ambiental e o desperdício financeiro provenientes desta atividade econômica. Além disso, com a realização do segundo fórum, foi criado um Consórcio para viabilizar esta atividade, que conta atualmente com a adesão de 12 fabricantes locais e 3 de outras localidades. O processo de mobilização e articulação social foi alavancado com a realização destes eventos. Apesar de não terem formalizado ainda uma adesão, a maioria dos duzentos fabricantes

contatados ao longo desses anos de pesquisa, no Brasil e exterior, manifestaram intenção de participarem desta rede.



Figura 25: Paulo Eduardo e Fabricantes de Pranchas no II Fórum

Diversas tecnologias foram estudadas, adequadas e desenvolvidas para recuperar os RSSu, sendo que apenas uma, a substituição da areia média lavada por resíduos foi apresentada neste trabalho de forma mais específica e aprofundada, enquanto que as outras foram descritas no capítulo que trata da reciclagem de poliuretanos de uma forma mais sintética e generalizada. A metodologia de Poliadição que norteou os primeiros progressos da pesquisa serviu como uma ponte para que fossem alcançados outros métodos de recuperação do PU e não foi mais aprofundada pela falta de recursos financeiros e materiais. Por outro lado a composição dos blocos de cimento não demandou custos nem tampouco equipamentos.

Foi sistematizado um projeto para o Centro Comunitário de Recuperação dos Resíduos da Indústria do Surfe. Este estudo foi avaliado e aprovado pelo SEBRAE e poderá servi como referência na ocasião da implementação desta tecnologia e edificação da planta industrial para recuperar os RSSu. Foi utilizado também como parâmetro para a assessoria técnica do Governo de Santa Catarina analisar e apoiar a iniciativa.

Em parceria com uma empresa do ramo da confecção de artefatos de concreto foram produzidos blocos de vedação com incorporação dos RSSu. Estes produtos foram feitos com duas formulações distintas, sendo que apenas uma delas, a T2 atendeu plenamente a todas prerrogativas das Normas pertinentes, inclusive obtendo uma conformidade de produto considerada mais do que aceitável por profissionais da área.

No quesito resistência mecânica o bloco produzido com o percentual de substituição da areia em 7% (T2) atingiu um desempenho acima do que a Norma 7173 ABNT prescreve. Em termos de absorção e inflamabilidade o produto da pesquisa também atendeu ao padrão das Normas relacionadas. Quanto à toxicidade aguda, os blocos apresentaram um fator de diluição não recomendado pela FATMA, porém o mesmo exame realizado com blocos de concreto sem a adição de resíduos apresentou o mesmo resultado.

6.2 Limitações de pesquisa

Diversos fatores dificultaram esta pesquisa, principalmente a falta de recursos e de uma literatura específica para sustentar o prisma teórico. Mas o maior entrave desta investigação foi a resistência cultural à concretização do projeto. A conclusão extraída desses fatos é a de que infelizmente a sociedade não está preparada para mudanças de comportamento, atitude e de conceitos e muito deverá ser realizado ainda em educação e conscientização ambiental, para que iniciativas como esta venham a ser aceitas, apoiadas e subsidiadas por cidadãos, governantes e empresários.

Tais uma dificuldade merece ser salientada, que foi a impossibilidade de viajar para outras regiões, como França e Alemanha onde já se praticam metodologias de tratamento similares às necessárias à consecução da recuperação dos resíduos gerados na fabricação de pranchas de surfe, com o objetivo de congregarmos mais dados e experiências para o desenvolvimento e aprimoramento da pesquisa.

Outro empecilho foi a dificuldade em racionalizar e formatar dados de um panorama de pesquisa inédito, muito abrangente e complexo. A maior barreira de todas, entretanto, foi o fato deste pesquisador manipular e processar uma enorme carga de informações e variáveis, sem uma estrutura física e humana adequada e compatível com as descobertas conquistadas. Com isso uma grande quantidade de dados coletados não foi compilada neste trabalho, mas servirão de base para continuidade desta linha de pesquisa.

6.3 Recomendações para pesquisas futuras

Esta pesquisa com certeza abre uma infinidade de opções para novos pesquisadores pela sua complexidade, diversidade, abrangência e ineditismo.

Na área jurídica, a necessidade de uma regulamentação para o descarte destes resíduos é emergencial, a fim de que seja iniciado um processo de fiscalização visando eliminar progressivamente o impacto ambiental gerado pela deposição destes dejetos sem uma gestão e tratamento ambiental adequados, como demanda materiais com alto índice de periculosidade para o ambiente e saúde pública.

Na área da Engenharia de Materiais, uma diversidade de estudos poderá ser realizada para o aperfeiçoamento do produto desenvolvido nesta pesquisa.

Na Engenharia Mecânica surge a oportunidade da criação e adequação de equipamentos empregados em processos de reciclagem já existentes, em conformidade com as necessidades demandadas pela especificidade destes resíduos.

Na área da Economia, diversos estudos de ganhos econômicos poderão ser realizados pela possibilidade da transformação do lixo propiciar a geração de recursos financeiros.

A escala reduzida de rejeitos gerados na indústria do surfe inviabiliza economicamente uma unidade recuperadora, então se torna necessário a incorporação de resíduos similares de outros segmentos industriais, como, da refrigeração, de automóveis, náutico e da construção civil no processo de reciclagem e com isso mais resíduos perigosos poderão ser recuperados.

Para a área da Engenharia Química existe uma necessidade de se encapsular e reaproveitar o gás emitido na expansão do PU, com o objetivo de viabilizar de forma sustentável o processo da reciclagem de poliadição mecânica e gerar recursos financeiros com a recuperação desta substância.

Para a Engenharia Sanitária e Ambiental surge a possibilidade de se efetuar estudos avançados de impacto ambiental dos resíduos do surfe, com o propósito de estruturar um parecer que condene definitivamente a disposição final destes materiais nos locais usuais de descarte, com vistas a eliminar um sério problema de poluição ambiental gerado por este segmento de mercado e subsidiar a normatização desta deposição indesejável. Estudos toxicológicos profundos destes materiais são fundamentais para balizar uma regulamentação pelos órgãos competentes.

Na área da Educação Ambiental recomenda-se a concentração de um esforço contínuo para conscientizar os indivíduos inseridos na comunidade, da necessidade de se apoiar e de se colocar em prática projetos que priorizem a conservação ambiental e a saúde pública, proporcionando mais qualidade de vida.

No campo da Sociologia e Psicologia estudos poderão ser iniciados com o propósito de avaliar o grau de conscientização da sociedade e assim possibilitar a criação de mecanismos, com o propósito de incentivar e estimular um comportamento que proteja e conserve o ambiente para as gerações futuras.

No âmbito da Administração, verifica-se uma real possibilidade de se formatar compêndios de gestão que venham a proporcionar uma simbiose entre desenvolvimento econômico e excelência ambiental.

No âmbito filosófico, se por um lado a apresentação visual dos indivíduos é super valorizada, por outro, existe uma tentativa coletiva frustrada em ocultar ou disfarçar as relações de descarte, sejam elas fisiológicas, pós-consumo ou por consequência de processos produtivos. Como sugere Nietzsche, ao invés de racionalizar a Natureza, é preciso naturalizar o homem.

E como um produto final desta investigação, é recomendado que seja feito um aprofundamento da pesquisa em torno da metodologia de termo-prensagem destes resíduos, pois a experiência adquirida nestes anos de trabalho sugere que este processo seja o mais indicado e o mais viável do ponto de vista técnico, ambiental e econômico

para a recuperação dos resíduos gerados na fabricação de pranchas, por não precisar do uso de água, demandar como insumo apenas a alumina hidratada em proporção diminuta, e consumir pouca energia elétrica; além do que este produto – painéis para isolamento termo-acústico – ser facilmente absorvido pela demanda de mercado na construção civil.

O planejamento da continuidade desta linha de pesquisa por este autor prevê aprofundar a metodologia desenvolvida em um projeto de doutoramento, com o objetivo de torna-la mais eficiente e assim subsidiar a sistematização e a implementação do processo de recuperação dos RSSu na sociedade.

Para finalizar este trabalho seria interessante enaltecer a maior contribuição deste esforço, na área da pesquisa científica. Sem margem de dúvidas foi o fato de transformar um assunto inexplorado e jamais debatido em um tema contemporâneo e abordado, por diversos pesquisadores, mídia, acadêmicos ou fabricantes de prancha no Brasil e mundo.

Desde o início desta investigação a sustentabilidade na indústria do surfe tem sido disseminada por este pesquisador, que vem influenciando positivamente diversos atores dos mais variados segmentos da sociedade civil em ações que envolveram conceitos de cidadania, justiça social e conservação ambiental e com isso multiplicando uma mensagem emergente e necessária para um futuro planetário saudável.



Figura 26: Disseminando a Sustentabilidade

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBIENTAL - São Paulo, 2003 – Catálogo “Meio Ambiente...Atuação Responsável para um Desenvolvimento Sustentado.

ANTUNES, Douglas Ladik. Estudo de viabilidade econômica de uma empresa de reciclagem de plásticos de origem industrial. Florianópolis – SC: Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina. Dissertação de Mestrado, 2001.

BAASCH, Sandra Sulamita Nahas. Um Sistema de suporte multicritério aplicado na gestão dos resíduos sólidos nos municípios catarinenses. Florianópolis – SC: Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Tese de Doutorado, 1995.

Bertussi, Palestra no II Seminário De Engenharia Sanitária e Ambiental, UFSC – 2000
CALDERONI, Sabetai. **Os Bilhões perdidos no lixo**. São Paulo: Humanistas, 1999.

CAMPOS, Lucila Maria de Souza. SGADA – Sistema de gestão e avaliação de desempenho ambiental: uma proposta de implementação. Florianópolis – SC: Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Tese de Doutorado, 2001

CAPRA, Fritjof. **Gerenciamento ecológico**. São Paulo: Ed. Cultrix, 1999.

_____. **Pertencendo ao Universo**. São Paulo: Ed. Cultrix/Amaná, 1998.

COHEN, Moisés; ABDALLA, René Jorge. **Lesões nos esportes, diagnóstico, prevenção e tratamento**. São Paulo: [s.n.], 2000.

FRITSCH, Ivânea. **Resíduos sólidos e seus aspectos legais e jurisprudências**. Porto Alegre: Unidade Editorial, 2000

FURTADO, Jonas. O Desperdício nas oficinas. São Paulo. **Fluir**. n. 172, de Fevereiro de 1999.

LORA, Electo. **Prevenção e controle da poluição nos setores energético, industrial e de transporte**. Brasília: ANEEL, 2000.

MANO, Eloísa; MENDES Luis Cláudio. **Introdução a polímeros**. Rio de Janeiro: Edgar Blücher, 1997.

MANO, Eloísa. **Polímeros como materiais de engenharia**. Rio de Janeiro: Edgar Blücher, 2000.

MODENESI & FREITAS, Gabriel Alexandre; Gabriel Pereira. Destinação dos resíduos sólidos produzidos na fabricação de pranchas de surf: panorama atual e alternativas ambientalmente sustentáveis. São Paulo – SP: Faculdade SENAC de Educação Ambiental – Trabalho de Conclusão do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental, 2003

OLIVEIRA, Débora Machado de Oliveira. Aplicação da técnica de solidificação/estabilização para resíduos oleosos da Indústria Petrolífera, utilizando argila natural e bentonita. Florianópolis – SC: Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina. Dissertação de Mestrado, 2003

PIRES, Adílson Santiago. **A Reciclagem de plásticos e o meio ambiente**. São Paulo Apostila de Curso, 2001. .

PRIM, Elivete Carmem Clemente. Reaproveitamento de lodo têxtil e da cinza pesada na construção civil: aspectos tecnológicos e ambientais. Florianópolis – SC: Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina. Dissertação de Mestrado, 1998.

RECYCLING and recovery of polyurethanes. Catálogo da Bayer, 1999

VERÇOZA, Enio. **Materiais de construção**, Porto Alegre: Sagra, 1975.

VILAR, Walter Dias. **Química e tecnologia de poliuretanos**. Rio de Janeiro: Vilar Consultoria, 1999.

VINCENTINO, Cláudio. **História**: memória viva: Idade Moderna e Contemporânea. São Paulo : Scipione, 1998.

ZORDAN, Sergio. A Utilização do entulho como agregado na confecção do concreto. Campinas - SP: Departamento de Saneamento e Meio Ambiente da Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas. Dissertação de Mestrado 1999

WIEDMAN, Harmu. **Lixo na Alemanha**. Niterói: Agência Federal de Meio Ambiente da Alemanha - UFF, 1999.