

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
**ESCOLA POLITÉCNICA**  
Departamento de Engenharia de Materiais e Metalurgia

**Comportamento da Polpa de Celulose Presente em Fraldas  
Descartáveis como Absorvente de Água e Óleo: uma  
Análise Empírica**

**FELIPE AUGUSTO FERREIRA SAPUCAHY**  
Orientador: Prof. Livre-Docente Helio Wiebeck

São Paulo  
2011

FELIPE AUGUSTO FERREIRA SAPUCAHY

**Comportamento da Polpa de Celulose Presente em Fraldas  
Descartáveis como Absorvente de Água e Óleo: uma  
Análise Empírica**

Relatório de Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Escola Politécnica da Universidade  
de São Paulo (USP), como parte dos requisitos para  
a obtenção do Título de Graduação em Engenharia  
de Materiais

Área de Concentração: Materiais

Orientador: Prof. Helio Wiebeck

São Paulo  
2011

## DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, por todo o amor e apoio.*

*Aos meus irmãos por estarem sempre do meu lado.*

*A minha Vovó pelo exemplo de vida e a Bia por todo amor e dedicação.*

## RESUMO

SAPUCAHY, F. A. F. (2011) **Comportamento da Polpa de Celulose Presente em Fraldas Descartáveis como Absorvente de Água e Óleo: uma Análise Empírica.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

A fralda descartável é imprescindível para a saúde e higiene dos bebês e adultos. Elas possuem características absorventes importantes. Este trabalho visa comparar os materiais absorventes presentes nas fraldas descartáveis, principalmente formados por polpa de celulose e acrilatos com materiais já utilizados para absorção de óleos em água. Desta forma o objetivo principal do trabalho aqui relatado é **verificar a aplicação da polpa de celulose usada em fraldas descartáveis como absorvente em meios de água e óleo.** O método de pesquisa utilizado constituiu em experimentos comparando a absorção da polpa de celulose no formato extraído da fralda, em pedaços menores e compactados em diferentes meios contendo água, água e óleo e óleo, além de comparar os resultados com o desempenho de produtos utilizados como absorventes de poluentes como a turfa e Bioespuma.

**Palavras-chave:** Polpa de Celulose, Acrilatos, Absorção, Fraldas descartáveis, Bioespuma.

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Absorção de água e óleo vegetal por grama de material.....	36
Tabela 2 - Absorção de óleo pelos materiais considerados bons absorventes.....	38
Tabela 3 - Capacidade de absorção de diferentes amostras em uma solução de óleo e água.....	39

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Partes da Fralda Descartável.....	13
Figura 2 - Forma seca e hidratada do polímero hidrorretentor.....	15
Figura 3 - Estrutura química do polímero. Fonte Delatorre et al (1998) .....	16
Figura 4 - Telhas Provenientes da Reutilização de Fraldas Descartáveis .....	18
Figura 5 - Madeira Plástica.....	18
Figura 6 - Turfa .....	24
Figura 7 - Bioespuma .....	25
Figura 8 - Fralda Utilizada.....	29
Figura 9 - Polpa de Celulose retirada da fralda descartável.....	29
Figura 10 – Turfa .....	29
Figura 11 - Bioespuma .....	30
Figura 12 - Óleo de soja.....	30
Figura 13 - Calandra Térmica .....	31
Figura 14 - Prensa Hidráulica.....	31
Figura 15 - Balança de precisão.....	31
Figura 16 - Tela utilizada no experimento de absorção.....	32
Figura 17 - Manta de Polpa na Calandra Térmica.....	33
Figura 18 - Absorção de água (Farelo de Polpa de Fralda) – a) um grama de farelo seco; b) absorção de água de um grama de farelo; c) material depois de 15 horas na estufa.....	36
Figura 19 - Absorção de água pela polpa de fralda .....	36
Figura 20 - Absorção de óleo pela polpa da fralda.....	36
Figura 21 - Absorção de água pela manta de polpa de fralda.....	37
Figura 22 - Absorção em óleo pela manta de polpa de fralda.....	37
Figura 23 - Absorção de óleo por um grama de farelo de polpa de fralda: a) farelo seco; b) Resultado do farelo de polpa de fralda em solução de água e óleo e após 20 horas na estufa (120°C) .....	40
Figura 24 - Absorção de óleo por um grama de Bioespuma: .....	40
Figura 25 - Absroação de óleo por um grama de Bioespuma e um grama de farelo de polpa.....	40

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	8
1.1 IMPORTÂNCIA DO TEMA E JUSTIFICATIVA DE PESQUISA .....	8
1.2 OBJETIVOS .....	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	11
2.1 FRALDAS DESCARTÁVEIS .....	11
2.1.1 Mercado e Indústria .....	11
2.1.2 Componentes Presentes nas Fraldas Descartáveis .....	12
2.1.3 Características do Polímero Superabsorvente .....	14
2.1.4 Reutilização versus reciclagem .....	17
2.1.5 Aplicações existentes de reutilização de fraldas descartáveis .....	18
2.2 DESCONTAMINAÇÃO DE POLUENTES LIQUIDOS .....	19
2.2.1 Métodos utilizados para a remoção de poluentes em ambientes marítimos e fluviais .....	19
2.2.2 Materiais utilizados para a remoção de poluentes através da absorção .....	20
3 MÉTODO DA PESQUISA .....	27
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA .....	27
3.2 DELINEAMENTO ESPACIAL DA PESQUISA .....	28
3.3 COLETA DE DADOS .....	28
3.4 DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS DE PESQUISA .....	28
3.4.1 Caracterização dos materiais .....	28
3.4.2 Equipamentos utilizados nos experimentos .....	30
3.5 PROCESSOS (TRANSFORMAÇÕES OCORRIDAS) .....	32
3.5.1 Preparação da Manta de fralda .....	32
3.5.2 Experimento para determinação da absorção em água .....	34
3.5.3 Experimento para determinação da absorção em água e óleo vegetal .....	35
3.5.4 Representação da contaminação de um ambiente aquático .....	39
4 CONCLUSÕES .....	41
5 REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICAS .....	43

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 IMPORTÂNCIA DO TEMA E JUSTIFICATIVA DE PESQUISA

As fraldas descartáveis são produtos classificados como absorventes destinados a absorver e conter resíduos do organismo. O mercado de produtos absorventes compreende além das fraldas descartáveis infantis, produtos de higiene feminina e materiais para incontinência de adultos.

As fraldas descartáveis infantis (*disposable baby diapers*) têm crescente importância entre os itens de consumo da sociedade moderna.

O índice de penetração desse produto no mercado (razão entre o número de usuários e o número de consumidores potenciais) varia conforme o país e/ou região: na Argentina é de 57%, no México 34%, enquanto nos Estados Unidos, Europa Ocidental e Japão fica acima de 95%. No Brasil o índice de penetração é de 27%, considerando a população infantil brasileira de até 30 meses de idade, de 9,6 milhões de indivíduos.

A crescente penetração das fraldas descartáveis é favorecida com a qualidade de vida e maior higiene pessoal que ela propicia. A sua popularização teve várias contribuições, não só de pesquisadores, como de empresas que investiram em maquinários para uma produção de maior escala e transformaram a fralda descartável inicialmente de papel em fraldas de fibras de celulose e polipropileno entre outros componentes. Entre as grandes responsáveis pela evolução das fraldas descartáveis podemos citar três empresas a Procter & Gambel (P&G) com as famosas PAMPERS, a Kimberly-Clark e a Johnson & Johnson (J&J).



Com sua evolução ao longo dos anos e a utilização de matérias cada vez menos biodegradáveis, o senso humanitário ecológico e sustentável fez com que surgissem movimentos de ecologistas com o objetivo de combater as fraldas.

Estima-se que atualmente são descartadas na Grã-Bretanha cerca de 800 mil toneladas de fraldas por ano que acabam em aterros o que foge totalmente do perfil de sustentabilidade exigido pelos novos consumidores preocupados com o meio ambiente no qual vivemos. Encorajados por esse cenário os ingleses lançaram em 2009 o programa para a reutilização das fraldas descartáveis usadas, transformando-as em outros produtos.

As fraldas descartáveis são constituídas, basicamente, de uma camada de celulose especial de fibra longa correspondendo a 70 - 80% do peso da fralda, à qual é adicionada uma pequena porção de acrilatos (5 - 10% do peso). Essa combinação é revestida internamente por um filme de transfer que impede o refluxo de umidade e que, por sua vez, é coberto por uma fina camada de nonwoven que entra em contato com a pele do usuário. Um filme de polietileno dobrado e costurado-a-quente forma, então, o corpo da fralda que é finalizada com alguns acessórios, como rayon, velcro e adesivos.

Devido à grande relevância do tema e a falta de pesquisas para transformar fraldas em uma gama cada vez maior de produtos úteis, busca-se neste trabalho o desenvolvimento de técnicas e métodos para a valorização do resíduo. Para obtenção de um processo eficiente da reutilização das fraldas, os componentes da fralda serão divididos e neste trabalho será abordado formas para utilização somente da polpa de fralda com um enfoque na capacidade de absorção deste material.

## 1.2 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo principal **verificar a aplicação potencial, da polpa de celulose e acrilatos presente em fraldas descartáveis como absorvente em meios de água e óleo.**

Como objetivos específicos, este trabalho apresenta:

- a) Revisar a literatura relacionada aos materiais presentes nas fraldas descartáveis, especialmente os temas relacionados ao mercado de fraldas, composição da polpa de fralda, entre outros pertinentes;
- b) Revisar a literatura sobre métodos de reutilização das substâncias presentes nas fraldas descartáveis, além da importância da reutilização de materiais e sua diferenciação na reciclagem.
- c) Revisar a literatura sobre materiais existentes utilizados na absorção de óleos e seus respectivos comportamentos, englobando suas principais características, e sua importância.
- d) Revisar a literatura relacionada a processos de absorção de poluentes líquidos, em específico óleo em meios fluviais, assim como seus principais termos e definições.
- e) Formular uma denominação comum às análises de os materiais presentes na fralda descartável e dos materiais já utilizados para adsorção de poluentes líquidos.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 FRALDAS DESCARTÁVEIS**

Fralda descartável é um produto que se enquadra no mercado de absorventes, que são produtos destinados a absorver e conter resíduos do organismo. O mercado de produtos absorventes compreende as fraldas descartáveis infantis, produtos de higiene feminina e materiais para incontinência de adultos. O enfoque desta pesquisa se dará nas fraldas descartáveis infantis e, eventualmente, serão citados outros tipos.

#### **2.1.1 Mercado e Indústria**

As fraldas descartáveis infantis têm crescente importância entre os itens de consumo da sociedade moderna. O índice de penetração desse produto no mercado (razão entre o número de usuários e o número de consumidores potenciais) varia conforme o país e/ou região.

No Brasil o índice de penetração é de 27%, considerando a população infantil brasileira de até 30 meses de idade, de 9,6 milhões de indivíduos.

Segundo dados de análise setorial do BNDES (2002), em âmbito mundial, os principais produtores de fraldas descartáveis são três empresas com sede nos Estados Unidos e por uma com sede na Suécia, fabricantes de produtos de higiene e limpeza (fraldas, absorventes, sabonetes/óleos para crianças, bronzeadores e filtros solares, produtos de higiene oral, esparadrapo, etc.):

- Procter & Gamble: no ano 2000 obteve um faturamento de US\$40,0 bilhões oriundo de vendas em 140 países; possui fábricas em 70 países empregando 110 mil pessoas; no Brasil fatura US\$ 450 milhões, sendo US\$ 90 milhões provenientes da venda de fraldas;
- Johnson & Johnson: apresentou, em 2000, faturamento de US\$29,1 bilhões. Tem fábricas em 51 países, empregando 99 mil pessoas; no Brasil fatura US\$700 milhões sendo US\$80 milhões com fraldas e US\$110 milhões com absorventes;
- Kimberly-Clark: faturamento em 2000 de US\$14 bilhões proveniente de vendas em 150 países; tem fábricas em 40 países, empregando 55 mil pessoas; no Brasil atua associada à Kenko e à Klabin e fatura cerca de US\$350 milhões, sendo US\$130 milhões com fraldas descartáveis.
- SCA: faturamento em 2000 de US\$7,3 bilhões provenientes de vendas em 40 países; tem fábricas em 28 países empregando 38 mil pessoas; atua na Europa, América do Norte, Ásia e América do Sul, mas não no Brasil.

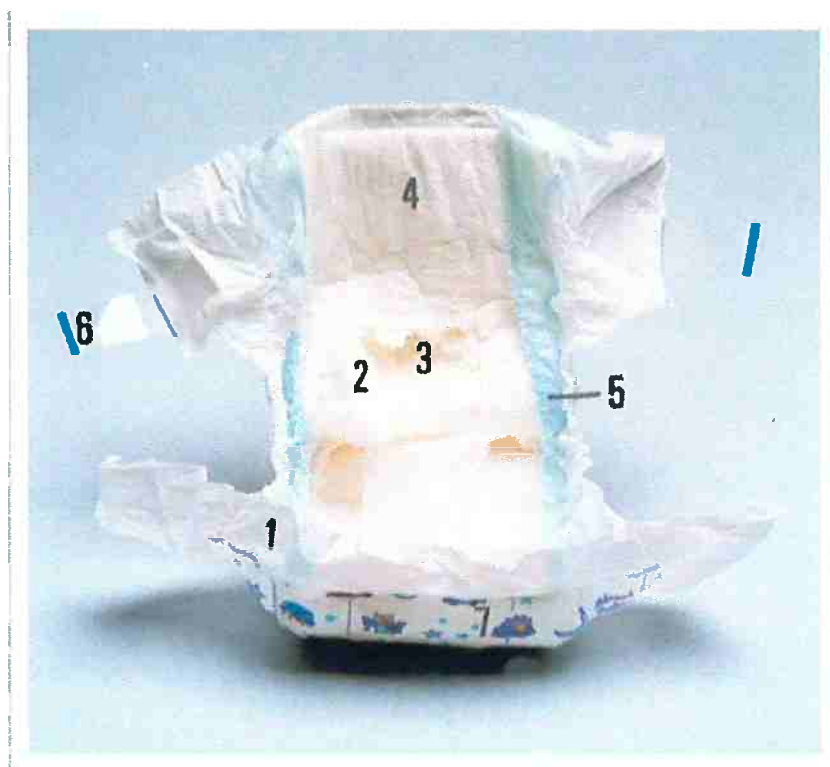
### **2.1.2 Componentes Presentes nas Fraldas Descartáveis**

Os principais componentes de uma fralda descartável são a celulose de fibra longa (cerca de 80% do peso da fralda) e acrilatos (entre 5 e 10% do peso). A proporção entre esses dois elementos e outros acessórios (velcros, adesivos, fibras sintéticas) são os diferenciadores entre as fraldas de maior e menor desempenho.

Essa combinação é revestida internamente por um filme de transfer que impede o refluxo de umidade e que, por sua vez, é coberto por uma fina camada de *nonwoven* que entra em contato com a pele do usuário. Um filme de polietileno

dobrado e costurado-a-quente forma, então, o corpo da fralda que é finalizada com alguns acessórios, como rayon, velcro e adesivos.

Segundo MARCONATO e FRANCHETTI (2002) os componentes da fralda descartável têm composições e finalidades distintas, como pode ser observado na figura abaixo (Figura 1).



**Figura 1** - Partes da Fralda Descartável (Fonte: Marconato e Franchetti)

(1) Filme de polietileno: polímero sintético, hidrofóbico, cuja função é ajudar a evitar o vazamento de líquido para fora da fralda.

(2) Polpa de celulose: polímero natural, hidrofílico. Associado às partículas do polímero superabsorvente (PSA), auxilia na retenção da **umidade** (“**Polpa de Fralda**”).

(3) Poliacrilato de sódio (flocgel): polímero sintético, superabsorvente, utilizado na forma de pequenos cristais. Material com grande capacidade de retenção de água.

(4) Não tecido de polipropileno: polímero sintético de natureza hidrofóbica. Após receber um tratamento com surfactantes, que reduz a tensão superficial do material (tornando-o hidrofílico), permite o escoamento do líquido para a camada absorvente. É a parte da fralda que tem contato direto com o bebê.

(5) Elásticos: polímero sintético, geralmente feito de fios de poliuretanas, borracha ou lycras, são utilizados para melhor ajuste das fraldas ao corpo do bebê.

(6) Adesivos termoplásticos: constituídos de polipropileno impregnado com adesivo, são utilizados para o fechamento das fraldas.

Esses componentes são utilizados em quantidades e proporções variadas, constituindo diferencial para os produtos finais, agregando qualidade e valor. Podem ainda ser adicionadas essências aromáticas e produtos para proteger a pele. Fraldas mais sofisticadas empregam quantidades menores de celulose e maiores de acrilatos.

### **2.1.3 Características do Polímero Superabsorvente**

Polímeros hidroabsorventes podem ser de origem natural (derivado do amido) ou sintéticos (derivados do petróleo), e são valorizados por suas habilidades em absorver e estocar água. Os hidroabsorventes mais freqüentemente usados são os polímeros sintéticos propenamidas (originalmente denominados poliacrilamida ou PAM) e os co-polímeros propenamida-propenoato (originalmente conhecidos com poliacrilamida-acrilato ou PAA) usados como floclulantes principalmente em fraldas e outros artigos sanitários de líquidos químicos residuais (TERRACOTTEM, 1998).

A aparência destes polímeros, quando secos, é granular e branca (FIGURA 2), apresentando a forma de gel transparente depois de hidratado. São substâncias

insolúveis em água, com capacidade de absorver mais de cem vezes a sua própria massa em água (Pill1, 1988, citado por AZEVEDO, et al. 2002).

No entanto, os hidrogéis externamente podem parecer semelhantes, mas a sua constituição química e estrutura física podem ser muito diferentes e isto irá afetar a maneira como ele absorverá, reterá e irá liberar água e nutrientes. Os polímeros, por essa razão são classificados em três diferentes grupos, que são: Grupo I: a água fica irreversivelmente confinada por uma forte ligação H-H, permanecendo, portanto, 100% dentro do hidrogel, ou seja, nenhuma água é liberada; Grupo II: tem a capacidade de absorver enorme quantidade de água, mas uma fraca ligação física evita a permanência da água no hidrogel por longos períodos. A água é perdida em poucos dias; Grupo III: a água é confinada por fraca ligação de hidrogênio. Portanto, absorve e libera a água por longos períodos de tempo (TERRACOTTEM, ILJOEN, 1977). Os polímeros utilizados em fraldas são pertencentes ao terceiro grupo.

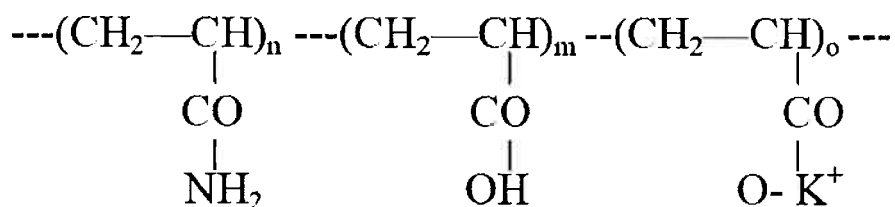


**Figura 2** - Forma seca e hidratada do polímero hidrorretentor (Fonte: Marconato e Franchetti)

Os polímeros, quimicamente, são constituídos de cadeia longa de unidades estruturais repetidas chamados monômeros. A polimerização ocorre quando duas ou

mais moléculas pequenas combinam-se para formar moléculas maiores (COTTEM, 1988).

De acordo com VILJOEN (1997), os polímeros absorventes apresentam copolímeros de ligação cruzada de ácido acrílico e acrilamida, que são neutralizados com sal de potássio para dar um pH neutro. O grupo carboxílico ao longo da cadeia do polímero, (FIGURA 3), facilita a absorção de água, embora as ligações cruzadas presentes na cadeia evitem sua completa solubilização.



**Figura 3** - Estrutura química do polímero. Fonte Delatorre et al (1998)

Segundo WANG & GREGG (1990), o grau de ligações cruzadas (proveniente de ácido acrílico), para manter unida a longa cadeia de acrilamida, determina o comportamento da poliacrilamida. O alto grau de ligações cruzadas resulta numa relativa baixa capacidade de retenção de água, mas apresenta maior grau de resistência a danos causados por vários sais.

O copolímero de acrilamida/ácido acrílico é uma molécula com uma grande capacidade de absorção, devido a sua particular conformação, dada pela presença do sal de potássio (DELATORRE et al., 1998). Os monômeros, que constituem a cadeia dos polímeros, possuem grupos funcionais carregados negativamente (COTTEM, 1998). De acordo com STOCKHAUSEN HÜLS (1995), em contato com água, os grupos carboxílicos dos polímeros dissociam-se parcialmente em íons carboxílicos de carga negativa. Este processo causa um enriquecimento de cadeias moleculares com grupos iônicos de cargas iguais, com a tendência de repelir-se



entre si. Como resultado deste processo aumenta o volume da cavidade do polímero, originando uma maior possibilidade de armazenamento de água.

Devido à estrutura reticular tridimensional, os polímeros se transformam em um gel, unindo doses de água por ligação de hidrogênio.

#### **2.1.4 Reutilização versus reciclagem**

Segundo STANG:

A reciclagem é o termo geralmente utilizado para designar o reaproveitamento de materiais beneficiados como matéria-prima para um novo produto. Muitos materiais podem ser reciclados e os exemplos mais comuns são o papel, o vidro, o metal e o plástico. As maiores vantagens da reciclagem são a minimização da utilização de fontes naturais, muitas vezes não renováveis; e a minimização da quantidade de resíduos que necessita de tratamento final, como aterramento, ou incineração.

O conceito de reciclagem serve apenas para os materiais que podem voltar ao estado original e ser transformado novamente em um produto igual em todas as suas características.

Já o reaproveitamento ou reutilização consiste em usar um produto mais do que uma vez, independentemente de se o produto é utilizado novamente na mesma função ou não. A reutilização por si só não resolve os problemas relacionados com os resíduos, mas contribui na sua gestão, por aproveitar matéria prima que de outra forma seria acondicionada em aterro ou queimada, e, por outro lado, diminui a necessidade de nova exploração de recursos naturais que seriam necessários para a produção de bens e produtos.

### 2.1.5 Aplicações existentes de reutilização de fraldas descartáveis

Por ano a Grã-Bretanha consome cerca de 800 mil toneladas de fraldas (uma fralda pesa de 3 a 5 kg) que acabam em aterros o que foge totalmente do perfil de sustentabilidade exigido pelos novos consumidores preocupados com o meio ambiente no qual vivemos.

Encorajados por esse cenário, os ingleses inauguraram em 2011 a primeira indústria de reutilização de fraldas descartáveis. Essa usina foi desenvolvida pela empresa canadense Knowaste que vem com a proposta de recolher os produtos de higiene absorvente usados, esterilizar o plástico e as fibras que os compõem e então transformá-los em novos produtos, como telhas, madeira plástica e novos materiais de absorção (PLANETA SUSTENTÁVEL).



**Figura 4** - Telhas Provenientes da Reutilização de Fraldas Descartáveis (Fonte: Planeta Sustentável)



**Figura 5** - Madeira Plástica (Fonte: Planeta Sustentável)

A empresa prevê que a nova central vai evitar a emissão de 22 mil toneladas de CO<sub>2</sub> por ano.

## **2.2 DESCONTAMINAÇÃO DE POLUENTES LIQUIDOS**

De acordo com a base de dados da International Tanker Owners Pollution Federation Limited (ITOPF), estima-se que, de 1970 a 2005, cerca de 5.700.000 toneladas de óleo foram lançadas ao mar. O número de acidentes e o volume de óleo derramado têm diminuído progressivamente ao longo dos últimos quarenta e cinco anos (ITOPF, 2006). Constata-se a mesma tendência em relação à costa paulista (CETESB, 2005).

A redução de acidentes está associada a um maior controle e cuidado nas operações envolvendo a exploração, transporte e armazenamento de petróleo, o que reflete um aumento no nível da responsabilidade ambiental, induzido por uma cobrança cada vez mais acentuada pela sociedade. Todavia, permanece o risco de que ocorram vazamentos – acontecimentos recorrentes – como contaminação dos ecossistemas costeiros. É imprescindível a necessidade de contínuo aprimoramento nos instrumentos de resposta a vazamentos de óleo, nas dimensões jurídica e técnico-científica.

### **2.2.1 Métodos utilizados para a remoção de poluentes em ambientes marítimos e fluviais**

No Brasil, entre as leis que obrigam as empresas a estarem preparadas para acidentes estão a Resolução CONAMA nº. 293/01 Diário Oficial da União, a Lei nº. 9.966/00 (conhecida como “lei do óleo”, de 28 de abril de 2000) e o Decreto no 4.871/03, de 6 de Novembro de 2003 Diário Oficial da União. Neste âmbito, inserem-se as Cartas de Sensibilidade Ambiental a Vazamentos de Óleo (cartas SAO),

definidas pelo Governo Federal, que são parte integrante dos Planos Individuais de Emergência e Planos de Área, e constituem um elemento fundamental para o balizamento de ações de resposta a vazamentos de óleo, uma vez que ajudam a delinear, antecipadamente, as estratégias de contenção, remoção e limpeza recomendadas para cada ambiente (Brasil 2004).

Existem muitas formas de limpar o ambiente contaminado por óleo, e a escolha da técnica mais adequada é crucial para a minimização dos impactos ambientais decorrentes.

Os métodos para limpeza dos meios fluviais descritos e apresentados como disponíveis segundo American Petroleum Institute (API, 1985) são: absorção, remoção manual, bombeamento a vácuo, remoção mecânica, dispersão química, queima, limpeza natural e jateamento.

### **2.2.2 Materiais utilizados para a remoção de poluentes através da absorção**

De acordo com a experiência dos técnicos próprios e contratados pela Petrobras para serviços de recolhimento de óleo e limpeza de áreas contaminadas, a utilização de materiais para o auxílio ao combater o derramamento de óleo tem relevância tanto na limpeza primária quanto na secundária, pois, em casos de contaminação em alto mar ou em locais em que as correntes afastem a mancha do litoral ou de ecossistemas sensíveis, pouco há de se fazer para recolhimento do óleo, devido à extensão da mancha e da limitação de tempo, recursos humanos e materiais disponibilizados no local dos acidentes. Assim, são mais indicadas técnicas que promovam dispersão do óleo no mar, para que a própria natureza se incumba de absorve-lo (por exemplo, a dispersão mecânica). De outra forma, quando parte do

óleo consegue chegar a costa ou em locais ambientalmente mais sensíveis, ou mesmo seja confinado, quer por barreiras naturais ou implantadas, o que não se consegue recolher mecanicamente irá requerer uma técnica especial, para o que, seria a limpeza secundária, através da absorção dessas pequenas quantidade de óleo para posterior descarte em local adequado.

Os absorventes são materiais que têm a capacidade de se encharcar de líquido e por essa razão são utilizados para a remoção de óleo em razoável concentração, tanto na água quanto no solo. Eles funcionam tanto por adsorção como por absorção. No primeiro, o óleo se distribui sobre a superfície do material adsorvente e no segundo o óleo é incorporado no corpo ou poros do material absorvente. Na prática, para evitar confusões, todos os materiais tendem a ser chamados simplesmente de absorventes (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2005; COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEMANETO AMBIENTAL, 2007).

Esses materiais agregam o óleo, facilitando a sua posterior retirada do ambiente, sendo a sua melhor eficiência em pequenas quantidades de óleo, por isso são indicados para uso em etapas posteriores ao recolhimento mecânico ou eventualmente integrado a elas (INTERNATIONAL PETROLEUM INDUSTRY ENVIRONMENTAL CONSERVATION ASSOCIATION, 1995; LOPES, 1998). Eles também são muito úteis na recuperação de finas camadas flutuantes de óleo que se deslocaram durante as operações de limpeza e, em determinadas condições. Também podem ser usados na proteção das praias quando existe risco de aproximação do óleo, sendo mais uma alternativa quando a recuperação com recolhedores mecânicos é difícil ou inadequada. Por exemplo, em águas muito rasas

ou inacessíveis, e em pequenas manchas de óleo (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2005).

Entre os possíveis impactos do uso inadequado de absorventes estão a contaminação de sedimentos, decorrentes do afundamento de material impregnado e não recolhido, e a contaminação da cadeia alimentar associada à água e ao sedimento (LOPES, 2006). Segundo a National Oceanic and Atmospheric Administration (2003) os absorventes podem ser segregados em quatro categorias básicas:

Absorventes sintéticos – Elaborados em forma de mantas, travesseiros, barreira ou a granel, a partir de polímeros, espuma de poliuretano, fibras de polietileno, polipropileno ou poliamida, copolímeros especiais entre outros. Podem absorver até sessenta vezes o seu peso em óleo. A utilização a granel tem restrições devido a sua baixa degradabilidade e possibilidade de sua permanência no ambiente, por isso só são empregados encapsulados. Apesar do elevado custo e da não biogradabilidade, eles tem sido empregados a partir do reaproveitamento de resíduos de fabricação, devido a sua alta capacidade de absorção e da possibilidade eventual de reutilização (ANNUNCIADO et al. 2004).

Absorventes minerais – elaborados a partir do tratamento industrial de rochas, calcários, sílica, lã de vidro, terra diatomácea, argila, perlita e vermiculita. Apresentam baixo custo de obtenção e são eficientes removedores de óleo da água (retêm 4 a 20 vezes o seu próprio peso em óleo); são utilizados em contaminação superficial do solo em áreas sensíveis como praias, mangues, planície de maré, etc. Como desvantagens se lançados a granel em grande quantidade, os nódulos não recolhidos adsorvem o óleo e sofrem intemperismo e biodegradação.

Absorventes orgânicos não industrializados – Em sua maioria são derivados de matéria-prima vegetal, como cortiça, turfa, palha, feno, bagaço de cana-de-açúcar entre outros, como utilização em situações emergenciais.

Absorventes orgânicos industrializados – Intensificam a absorção e otimizam a aplicação, o transporte e o armazenamento. Tem boa eficiência, biodegradabilidade, flutuabilidade e ausência de toxicidade. Devido às suas características adsorventes, se não forem recolhidos, expõem o óleo a biodegradação protegendo a biota (conjunto de seres vivos de um ecossistema) e o ambiente. Entre eles são os produtos a base de turfa, celulose e semente de algodão.

Para que um material possa ser usado como um absorvente na recuperação de óleo, ele necessita ter boas propriedades de adsorção, estar na forma mais adequada ao uso, ser de fácil manuseio, ser recuperável após o uso e não apresentar problemas de descarte (INTERNATIONAL MARITIME ORGANISATION, 2005), embora a seleção do absorvente deva ser adequada a cada aplicação, por não ser só a sua capacidade de absorção que define o seu uso. É importante que os mesmos apresentem características físicas, composição química, toxicidade, flutuabilidade e capacidade de retenção do óleo impregnado, a fim de evitar consequências indesejáveis (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 2007).

#### **2.2.2.1 Turfas**

A turfa é uma substância fóssil, organo-mineral, originada da decomposição de restos vegetais, encontrada em áreas alagadiças como várzeas de rios, planícies costeiras e regiões lacustres (FRANCHI, 2004). Ela representa o

estágio inicial da formação de carvão, originando-se da acumulação de matéria vegetal composta de musgos, plantas aquáticas diversas, material lenhoso, arbustos e líquens (Figura 05) (MORAES, 2001).



**Figura 6 - Turfa**

Sob o ponto de vista físico-químico, a Turfa é um material poroso, altamente polar, com elevada capacidade de adsorção para metais de transição e moléculas orgânicas polares (FRANCHI, 2004). A forte atração da turfa pela maioria dos cátions metálicos em solução deve-se, principalmente, ao elevado teor de substâncias húmicas (ácidos húmico e fúlvico) na sua matéria orgânica (ROSA, 2000). Essas substâncias, também conhecidas como polímeros naturais, são ricas em grupos funcionais com cargas negativas, tais como ácidos carboxílicos e hidroxilas fenólicas e alcoólicas, que são justamente os sítios de adsorção dos metais em solução (PETRONI, 1999).



### 2.2.2.2 Bioespuma

A Bioespuma é um composto biodegradável desenvolvido pela empresa Kehl, instalada em São Carlos, no interior paulista. Obtido a partir do óleo de mamona, o novo produto foi patentado com o nome de Bioespuma.



**Figura 7** - Bioespuma

O composto é produzido à base de biomassa, ou seja, é um recurso renovável. Sua síntese envolve três reações: duas esterificações, a primeira entre o óleo de mamona e o amido, e a segunda com óleo de soja. O produto obtido, um polioli, deve reagir ainda com um isocianato (NCO) para que se chegue a uma espuma poliuretana biodegradável, a bioespuma.

Trata-se de um polímero caracterizado principalmente pela ligação química uretana ( $\text{RNHCOOR}$ ), que lhe dá rigidez e flexibilidade. É a ligação uretana a principal responsável pelas propriedades físicas da bioespuma, como textura, densidade, resistência à compressão e resiliência. Essas características assemelham-se muito às do isopor. Trata-se de um intermediário entre a espuma tradicional e o isopor, plenamente capaz de substituí-lo. No entanto a bioespuma se

decompõe em um tempo consideravelmente menor, ela se desaparece no meio ambiente entre oito meses e um ano. Durante o verão esse tempo pode ser reduzido em até três meses, podendo assim ser classificado com biodegradável. Apesar de ser criada com o intuito de substituir o isopor, a Bioespuma apresenta uma incrível capacidade de absorção de poluentes e é muito utilizada como solução para redução de contaminantes em meios aquáticos, sendo uma ótima solução na contenção de poluentes de acidentes ecológicos.

### **3 MÉTODO DA PESQUISA**

A investigação científica depende de um “conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos” (Gil, 1999) para que seus objetivos sejam atingidos: os métodos científicos. Neste capítulo são apresentados os procedimentos adotados para verificar a aplicação da polpa de celulose usada em fraldas descartáveis como absorvente em meios contendo água e óleo.

#### **3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA**

Esta pesquisa, por ter buscado detectar relações entre polpa de celulose e absorção de óleos e água, teve caráter exploratório. Como dito anteriormente, este tema ainda foi pouco estudado e, além disso, os resultados aqui obtidos não poderão ser extrapolados por tratar-se de um estudo de casos.

Segundo Yin (2001, p. 32-33), um estudo de caso é:

“uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto de vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos.”

A pesquisa de estudo de caso pode incluir tanto estudo de caso único quanto de casos múltiplos. Triviños (1987) distingue estudos de casos comparativos de estudos multicaseos – este último é desprovido de objetivos de natureza comparativa. A pesquisa evidenciada neste trabalho é um projeto de estudo de casos com caráter comparativo.

Do ponto de vista da forma de abordagem do problema, a linha de pesquisa

adotada foi à pesquisa quantitativa, apesar da liberdade para tratá-la também com indicadores qualitativos.

### **3.2 DELINEAMENTO ESPACIAL DA PESQUISA**

Com relação à descrição da população, o presente trabalho tem como objeto de investigação do comportamento da polpa de celulose presente nas fraldas descartáveis comparando com outros materiais já utilizados para a absorção de óleos e água – turfa e bioespuma.

### **3.3 COLETA DE DADOS**

As informações utilizadas neste trabalho provêm basicamente de dados obtidos nos experimentos que foram coletados por meio de técnicas de medição direta.

### **3.4 DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS DE PESQUISA**

Para a realização dos experimentos, foram utilizados materiais e equipamentos específicos para reduzir fatores externo no resultado obtido.

#### **3.4.1 Caracterização dos materiais**

Foram usados os seguintes materiais:

- a. Fralda descartável marca Kimberly Clark nomeada comercialmente de Fralda da Turma da Mônica



**Figura 8** - Fralda Utilizada

- b. Polpa de fralda:



**Figura 9** - Polpa de Celulose retirada da fralda descartável

- c. Turfa



**Figura 10** – Turfa (Pertencente ao Semi Industrial)

d. Bioespuma



**Figura 11 – Bioespuma**

e. Óleo Vegetal



**Figura 12 - Óleo de soja (Pertencente ao Semi Industrial)**

### 3.4.2 Equipamentos utilizados nos experimentos

Foram utilizados os seguintes equipamentos para a realização da preparação dos materiais e dos experimentos:

a. Calandra Mecanoplast modelo C250



**Figura 13** - Calandra Térmica

b. Prensa Hidráulica Marconi modelo MA 098



**Figura 14** - Prensa Hidráulica

c. Balança de Precisão Tecnal



**Figura 15** - Balança de precisão

d. Tela de absorção



**Figura 16** – Malha de aço inox peneira 200

### **3.5 PROCESSOS (TRANSFORMAÇÕES OCORRIDAS)**

As etapas dos experimentos se encontram descritos a seguir.

#### **3.5.1 Preparação da Manta de fralda**

Para a produção dos corpos de prova foi separado uma quantidade de polpa de fralda que foi pesado apresentando 315,75 gramas.

Após a etapa de pesagem, foi iniciada a etapa de processamento e produção das mantas de polpa de fralda. Para isso foi utilizado uma calandra térmica Mecanoplast modelo C250 e uma prensa hidráulica Merconi modelo MA 098, ambas de fabricação nacional.

A polpa de fralda em questão é formada basicamente por uma camada de celulose especial de fibra longa correspondendo a 70/80% do peso da fralda, a qual é adicionada uma pequena porção de acrilatos (5/10% do peso). Durante o cisalhamento da polpa de fralda pela calandra, foi observada elevada aderência do material aos cilindros da calandra e uma dificuldade na homogeneização da massa processada, gerando um material com poucos pontos de fissura (Figura 17).



Ao longo do tempo, a fricção entre a polpa de fralda e o material do rolo auxilia o processo de aquecimento do mesmo. Esse aquecimento auxilia a ascensão do material entre os rolos favorecendo a adesão do material nos rolos dificultando o manuseio da manta (**“Manta”** ou **“Manta de Polpa de Fralda”**) inclusive em virtude da tendência de aderir simultaneamente aos dois cilindros. Devido à elevada adesão do material nos cilindros, a retirada da manta foi comprometida, o que resultou na repetição do procedimento.



**Figura 17** - Manta de Polpa na Calandra Térmica

Além das fissuras na Manta, outra variável de fundamental importância que deve ser cuidadosamente controlada é a espessura da manta, determinada pela distância entre os cilindros da calandra. Segundo a norma ASTM D412C a manta deve apresentar uma espessura de 3 mm.

Após a retirada da manta a mesma foi cortada em dimensões menores com 14,5x14,5 cm tamanho ideal para inserir o material em uma forma que passará pela prensagem na prensa hidráulica.

Para a etapa de prensagem a prensa, foi ligada e atingiu a temperatura de 157 °C com uma pressão inicial de 20 toneladas que garante a retirada de todo ar de dentro da peça, evitando bolhas e defeitos que interferem no comportamento

mecânico da manta, além de permitir uma distribuição uniforme do material. Esta distribuição reduz a pressão sobre o material, sendo necessário aumentar a pressão para mantê-la estável. Após 16 minutos sob tal condição tem-se um alívio total da pressão para a retirada do material.

Uma vez retirada do molde a manta é resfriada, e naquele momento percebemos que a peça já apresentava uma resistência mecânica e uma dureza elevada.

### **3.5.2 Experimento para determinação da absorção em água**

Com base na norma NBR 8514 da ABNT para a determinação da absorção de água, foi realizado os procedimentos para verificar a capacidade de absorção de água e óleo para a polpa da fralda nas diferentes formas.

O procedimento descrito a seguir foi realizado para amostras de polpa de fralda, manta de polpa de fralda (Calandra), manta de polpa de fralda (Prensada), farelo de polpa de fralda, Bioespuma e turfa.

Inicialmente as amostras foram secadas em uma estufa a 60°C e em seguida foram pesadas em uma balança analítica, com precisão de 0,001 grama, obtendo assim o peso seco do composto que será analisado. Em seguida molhou-se a peneira em água, deixando escorrer por 15 segundos e em seguida a mesma foi pesada na balança analítica.

Após a pesagem dos corpos, os mesmos foram colocados individualmente dentro da peneira e em seguida imersos em água a uma temperatura de 24°C por um período de 15 minutos. Após este tempo as amostras foram retiradas e

colocadas sobre imersão escorrendo por 15 segundos e em seguida pesados na balança analítica.

Após a pesagem e a verificação da absorção de água no material, o mesmo foi levado a uma estufa a uma temperatura de 120°C por cerca de 20 horas para verificarmos o comportamento do material após a absorção da água.

### 3.5.3 Experimento para determinação da absorção em água e óleo vegetal

Inicialmente foram realizados os testes de absorção de água de acordo com os passos experimentais citados acima para a polpa de fralda nas formas de polpa de fralda, farelo de polpa de fralda, manta de polpa de fralda (Calandrada) e manta de polpa de fralda (calandrada e prensada).

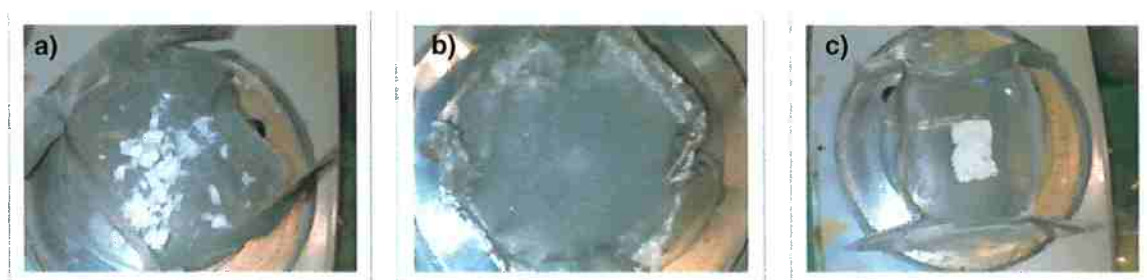
A partir desta etapa experimental foi verificada a capacidade de absorção da polpa de fralda processada em diferentes formas para então definirmos qual a forma que será estudada na tentativa de potencializar a absorção de materiais utilizados na indústria de descontaminação em ambientes aquáticos.

Como resultados deste primeiro teste foram obtidos os seguintes valores:

Formato do Material	Absorção de água para um grama de polpa de fralda	Absorção de óleo vegetal para um grama de polpa de fralda
Farelo da Polpa fralda (Figura 18)	152,63g	7,64g
Polpa de Fralda (Figura 19 e 20)	137,20g	3,28
Manta de fralda (Calandra) (Figura 21 e 22)	3,21g	1,04
Manta de polpa (Calandra e prensada)	2,10g	0,62g

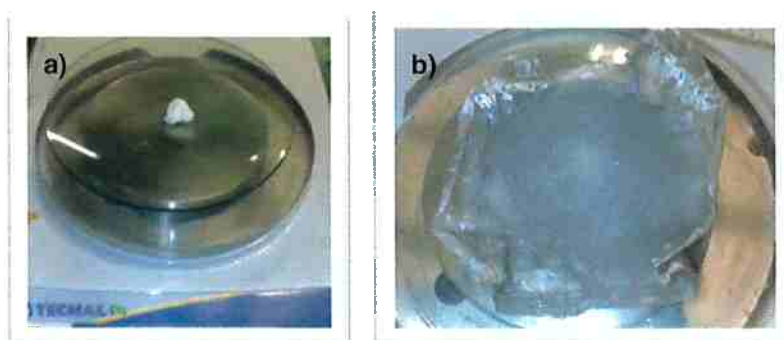
Tabela 4 - Absorção de água e óleo vegetal por grama de material

Foi observado a absorção de água independente da estrutura do material.

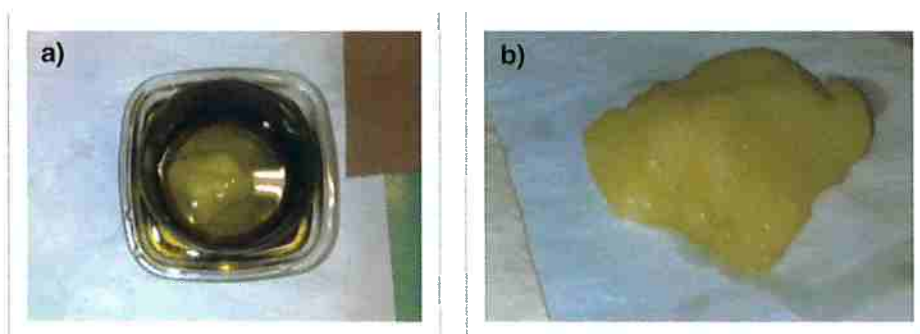


**Figura 18** - Absorção de água (Farelo de Polpa de Fralda)

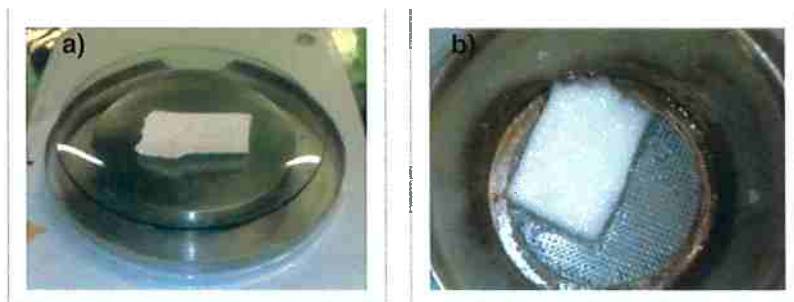
- a) um grama de farelo seco;
- b) absorção de água de um grama de farelo;
- c) material depois de 15 horas na estufa



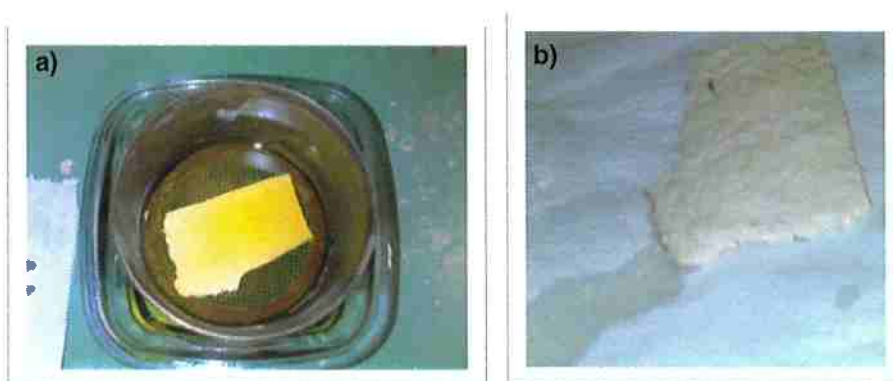
**Figura 19** - Absorção de água pela polpa de fralda



**Figura 20** - Absorção de óleo pela polpa da fralda



**Figura 21** - Absorção de água pela manta de polpa de fralda



**Figura 22** - Absorção em óleo pela manta de polpa de fralda

No entanto, é possível verificar uma diferença da capacidade de absorção de água pelo material quando este está em formato de polpa ou em formato de manta.

O mesmo efeito de absorção pode ser verificado quando utilizamos o óleo vegetal, porém em diferente intensidade de absorção uma vez que o polímero superabsorvente em contato com o óleo não apresenta a mesma capacidade de armazenamento do líquido quando o mesmo é adicionado à água.

O farelo de polpa de fralda e a polpa de fralda apresentaram uma capacidade de absorção de 152,63 e 137,20 gramas de água para um grama de material respectivamente. Quando colocados em contato com o óleo a capacidade de absorção foi de 7,64 e 3,28 gramas, respectivamente.

A partir da análise comparativa da capacidade de absorção de óleo pela polpa de fralda, foi analisada a absorção de materiais utilizados industrialmente na absorção de óleos.

Como citado anteriormente, segundo a National Oceanic and Atmospheric Administration (2003) os absorventes utilizados na descontaminação de ambientes com óleo são divididos em absorventes sintéticos, minerais, orgânicos não industrializados e orgânicos industrializados.

Experimentalmente foi também observado o comportamento da absorção de óleo em dois materiais: a turfa, absorvente orgânico não industrializado e a Bioespuma, absorvente orgânico industrializado.

Para determinar a absorção de óleo nestes dois componentes foram desenvolvidos procedimentos semelhantes aos realizados na determinação da absorção, procedimento este detalhado no campo materiais e métodos.

O resultado da absorção se encontra na tabela 2, abaixo.

Materiais	Absorção de água para um grama do Material	Absorção de Óleo Vegetal para um grama do Material
Bioespuma	13,54g	52,32g
Turfa	9,21g	16,56g

Tabela 5 - Absorção de óleo pelos materiais considerados bons absorventes

Pelos resultados obtidos empiricamente, é possível concluir que um grama de Bioespuma absorve 52,32 gramas de óleo e um grama de turfa absorve 16,56 gramas de óleo. Sendo assim o farelo de polpa de fralda foi misturado com o absorvente orgânico industrializado Bioespuma.

### 3.5.4 Representação da contaminação de um ambiente aquático

Com o objetivo de representar uma situação de contaminação de ambiente aquático, foi montado uma solução contendo 500 ml de água e 200 ml de óleo a temperatura ambiente. Entre os materiais selecionados para o experimento, foi escolhido a Bioespuma por se tratar do composto usualmente utilizado pela indústria para absorver óleo, e foi feita sua comparação com o farelo da polpa de fralda.

A partir destes materiais foram construídas três amostras: a primeira contendo somente um grama de farelo de polpa de fralda (Figura 23); uma segunda amostra contendo um grama de Bioespuma (Figura 24) e uma terceira contendo um grama de Bioespuma e um grama de farelo de polpa de fralda (Figura 25).

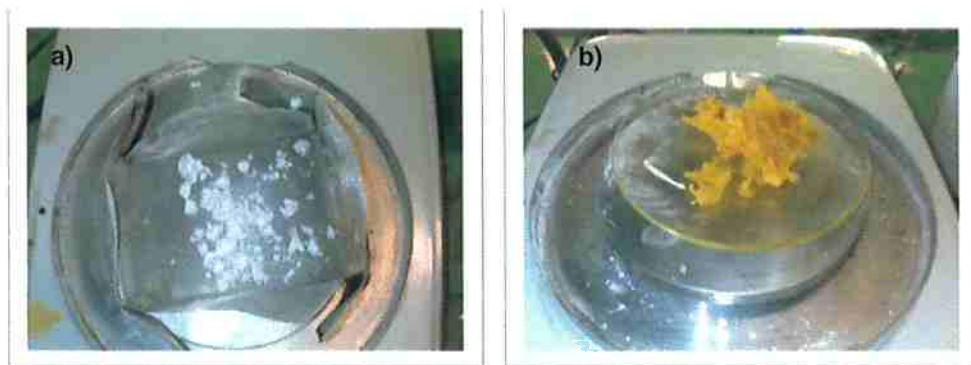
Nestas amostras foram realizados os procedimentos citados anteriormente para determinação da absorção da solução incluindo uma etapa de estufa com o objetivo obter separadamente a absorção de óleo e água.

Na Tabela 3 é possível verificar os resultados obtidos para cada amostra.

<b>Amostra</b>	<b>Absorção da Solução</b>	<b>Absorção de Água</b>	<b>Absorção de Óleo</b>
Farelo de Polpa de Fralda (1g)	121,51 g	118,9 g	2,6 g
Bioespuma (1g)	56,32 g	8,46 g	47,84 g
Bioespuma (0,5g) e Farelo Polpa de Fralda (0,5g)	119,8 g	101,41 g	18,43 g

Tabela 6 - Capacidade de absorção de diferentes amostras em uma solução de óleo e água

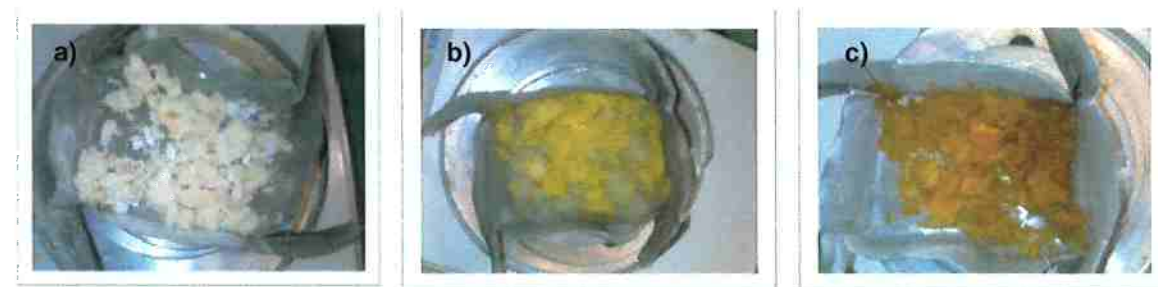
A seguir, pode-se verificar as imagens dos experimentos



**Figura 23** - Absorção de óleo por um grama de farelo de polpa de fralda: **a)** farelo seco; **b)** Resultado do farelo de polpa de fralda em solução de água e óleo e após 20 horas na estufa (120°C)



**Figura 24** - Absorção de óleo por um grama de Bioespuma: **a)** Bioespuma seca; **b)** Resultado da Bioespuma em solução de água e óleo; **c)** Resultado do material depois de 20 horas na estufa(120°C)



**Figura 25** - Absorção de óleo por um grama de Bioespuma e um grama de farelo de polpa: **a)** Bioespuma mais farelo de polpa de fralda; **b)** Resultado de "a" depois de 15 minutos em solução de água e óleo; **c)** resultado de "b" depois de 20 horas em estufa (120°C)

Com o procedimento realizado esperava-se verificar empiricamente qual o efeito da mistura do Bioespuma e do farelo de polpa de fralda sobre as características individuais de cada material em uma solução contendo 500 ml de água e 200 ml de óleo de soja.



## 4 CONCLUSÕES

Analisando todos os resultados obtidos sobre o comportamento da polpa de celulose em fraldas descartáveis como um absorvente de água e óleo conclui-se que o comportamento do polímero superabsorvente presente na polpa apresenta elevada eficiência na absorção de água. No entanto, quando em contato com o óleo vegetal, este mesmo componente não apresenta a mesma eficiência. Essa capacidade de retenção é ocasionada pelo baixo grau de reticulação da cadeia polimérica tridimensional responsável pela expansão de até 200 vezes do volume inicial do material quando em contato com a água, e quando em contato com o óleo o polímero não se comporta da mesma forma, evidenciando a boa absorção que o material apresenta para produtos polares.

Em relação aos procedimentos realizados a partir da polpa de fralda, foi possível identificar diferentes comportamentos de absorção em água para as mantas, polpa de fralda e farelo de polpa de fralda.

Essa diferença se deve em virtude da diferença entre a área superficial específica nas formas dos materiais. Na polpa de fralda a área superficial específica é expressivamente maior se comparada com a manta de fralda devido a elevada porosidade do material, favorecendo o contato do líquido com uma maior superfície beneficiando assim a ação do polímero superabsorvente.

Na manta de fralda a porosidade é reduzida devido ao cisalhamento gerado pela calandra que alinha as fibras de celulose ocasionando a redução da porosidade do material e gerando uma interface com elevada dureza.

Na tentativa de melhorar a eficiência de absorção de óleo pela polpa de celulose propomos estudar o comportamento de alguns materiais que apresentam grande capacidade de absorver óleo (Bioespuma), e a partir do comportamento da

Bioespuma frente a soluções com água e óleo arriscou-se uma tentativa de potencializar a absorção de óleo da Bioespuma através da adição de polpa de fralda.

O resultado obtido com uma mistura de 50% de cada componente (50% Bioespuma e 50% Polpa de Fralda) não pode ser considerado satisfatório uma vez que não gerou variações expressivas na capacidade de absorção de óleo da Bioespuma, porém com a mistura podemos verificar um aumento da capacidade de absorção de água pelo Farelo de Polpa de Fralda de aproximadamente 70% em relação ao Farelo de Polpa de Fralda sem a Bioespuma em solução contendo óleo e água.

Finalmente podemos concluir que a polpa de fralda pode ser utilizada em diversas aplicações que envolvam a necessidade do aumento de absorção de água, porém o mesmo comportamento não pode ser esperado na absorção de óleo.

Mesmo levando em conta que as características mecânicas dos materiais analisados neste trabalho a partir da polpa da fralda não apresentam relevância com o propósito estudado, é importante ressaltar que a manta resultante do processo de cisalhamento na calandra possui aparentemente características mecânicas interessantes que não foram abordadas neste trabalho.

Espera-se que a partir da abordagem apresentada nesse trabalho, outras pesquisas sejam feitas abordando outras aplicações. Uma das aplicações que foi vislumbrada no desenvolvimento do trabalho é a aplicação da polpa de celulose em estruturas cerâmicas com o objetivo de potencializar a capacidade de absorção de água ou umidade nestes materiais.

## 5 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

ANNUNCIADO, T.R. et al. Avaliação da capacidade de sorção de óleo cru de diferentes fibras vegetais. In: Congresso Brasileiro de P&D em óleo e gás, 3.,2005, Salvador.

API. **Oil spill cleanup: Options for minimizing adverse ecological impacts**. Washington: Health and Environmental Science Department, 1985

AZEVEDO, T. L. de F.; et al. **Níveis de polímero superabsorvente, frequência de irrigação e crescimento de mudas de café** Acta. Scientiarum. Maringá. V. 24 n.5. p:1239-1243, 2002

BNDES. **Produtos Florestais**. Conhecimento Setorial. 2002. Disponível em: [http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/setorial/is\\_g1\\_26.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/setorial/is_g1_26.pdf) - último acesso em 15.11.2011

BRASIL, Lei 9.966 de 28 de Abril de 2000. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília: Ed. Extra, 2000.

BRASIL, **Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Resolução nº. 293, de 12 de Dezembro de 2001. Acessível em [http://www.pr.gov.br/meioambiente/pdf/res\\_293\\_2001.pdf](http://www.pr.gov.br/meioambiente/pdf/res_293_2001.pdf) - último acesso em 15.11.2011

CANTAGALLO, C.; MILANELLI, J. C. **Limpeza de ambientes costeiros brasileiros contaminados por petróleo: uma revisão**. Artigo Publicado na revista Pan American Journal of Aquatic Sciences. 2007

CETESB. **Derrames de Óleo no Mar e os Ecossistemas Costeiros**. São Paulo. Apostila de Curso, 2002

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Cadastro de acidentes ambientais da CETESB**. São Paulo, 2005. Disponível em <HTTP://www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso em setembro de 2011.

COTTHEM Williem Van. **O papel de Terracottem como um absorvente universal**. Ghent. Bélgica, 1988.

DELLATORRE, J.; LANINO, M.; POBLETE, I.; MOLL, W. **Efecto de la aplicación de oliacrilamidas en suelo desérticos sobre los requerimientos hídricos del algodón (*Gossypium nisutum*)**. [ S. l.: s.d.],

LOPES, Carlos Ferreira et al. **Ambientes costeiros contaminados por óleo: procedimentos de limpeza: manual de orientação**. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2006

FERRAZ, M. C. C. **O valor dos Trabalhos de Conclusão de Curso para o ingresso do profissional da informação nas empresas**. Perspect. cienc. inf., Belo Horizonte, v. 8, n. 1, p.88-95, jan./jun. 2003

FRANCHI, J. G. **A utilização de turfa como adsorvente de metais pesados**. Dissertação (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.

ITOPF. The International Tanker Owners Pollution Federation. **Effects of Marine Oil Spills**. Fate and Effects. ITOPF. 2002.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION. **International convention for the control and management of ships ballast water and sediments adopted in 2004**. London, 2004. / Disponível em: [http://imo.org/environment/mainframe.asp?topic\\_id=548](http://imo.org/environment/mainframe.asp?topic_id=548). Acesso em outubro de 2011

INTERNATIONAL PEROLEUM INDUSTRY ENVIRONMENTAL CONSERVATION ASSOCIATION. **Biological impacts of oil spill pollution: coral reefs**. [ S,] 1992. Disponível em: <http://www.ipieca.org>. Acesso em novembro 2011

LAKATOS, E. M.; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Atlas, 1991.

MARCONATO, J. C.; FRANCHETTI, S. M. M. **Polímeros superabsorventes**. Química Nova Escola Nº 15, MAIO 2002.

MORAES, J. F. S. M. **Turfa nos Estados de Alagoas, Paraíba e Rio Grande do Norte**. Informe de Recursos Minerais, Série Oportunidades Minerais, Exame Atualizado de Projeto, Recife, n. 14, 2001.

PLANETA SUSTENTÁVEL. Site. Disponível em: <http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/desenvolvimento/ru-abre-1a-usina-reciclagem-fraldas-descartaveis-639774.shtml> - último acesso em 15.11.2011

PETRONI, S. L. G; PIRES, M. A. F. **Adsorção de Zinco e Cádmio em colunas de turfa**. Química Nova, v. 23, n. 4, p. 477-481, 2000.

ROSA, A. H; ROCHA, J. C; FURLAN, M. **Substâncias húmicas de turfa: estudo dos parâmetro que influenciam no processo de extração alcalina**. Química Nova, v. 23, n. 4, p. 472-476, 2000.

STANG J. SILVA R. **Impacto Ambiental causado pelos Resíduos gerados pela malharia circular**. Senai / Inifebe. Brusque.

STOCKHAUSEN, HÜLS. **Informações técnicas**. Stocksorb. Reunión técnica. Santiago de Chile, 1995.

WANG Y. T.; GREGG, L. L.. **Hydrophilic polymers - Their response to soil amendments and effect on properties of soilless potting mix**. J. Amer. Soc. Horticulture Science. V. 1115, n. 6, 1990.