

1

Introdução

Existe hoje em dia uma enorme gama de materiais para o projeto e a fabricação de produtos para as mais diversas aplicações. Estes variam desde materiais comuns, disponíveis há centenas de anos, até os desenvolvidos mais recentemente, denominados materiais avançados [1]. Em meio a esta variedade, engenheiros se deparam a todo o momento com o grande desafio de selecionar o material e o processo de fabricação mais adequado a cada necessidade.

Na busca por retratar a complexidade do mundo dos materiais, Richard P. Feynman [2], físico ganhador do Prêmio Nobel de Física em 1985, utilizou como exemplo uma cadeia como a dos materiais metálicos, em particular a indústria do aço. Nela há um grande número de concorrentes que fabricam o aço em diferentes formatos; uma complexa rede de fornecedores que trabalham com a extração dos minerais utilizados no processo de fabricação e os equipamentos que movimentam estas indústrias. Da mesma forma, citou a indústria de polímeros, que além de um grande número de participantes, é bastante complexa sob o ponto de vista da enorme gama de produtos. Feynman destacou também que não se deveria esquecer a complexidade das indústrias dos materiais compósitos, presentes em inúmeras cadeias produtivas, que compõem um grande leque de tecnologias que transversalmente estão presentes em diversos segmentos industriais. Estes últimos estão em pleno desenvolvimento uma vez que muitas das tecnologias modernas têm exigido dos materiais combinações incomuns de propriedades que não podem ser atendidas pelas ligas metálicas, cerâmicas e materiais poliméricos convencionais [3].

1.1.

Materiais Compósitos: Uma Visão Geral

Muitas são as definições atribuídas aos materiais compósitos. Chawla [4] observa que a idéia destes materiais não é recente, sendo a natureza repleta de exemplos onde ela é utilizada; exemplo na madeira, um compósito fibroso

formado por fibras de lignina em matriz de celulose. Reinhart e Clements [5] os classificam como uma combinação heterogênea de dois ou mais materiais que, em escala macroscópica, diferem entre si na forma ou na composição, e ressaltam que tal combinação resulta num material que maximiza determinadas propriedades. Os constituintes dos materiais compósitos não se dissolvem ou se misturam completamente e normalmente exibem uma interface entre eles. Tanto o agente responsável pelo reforço quanto a matriz conservam suas identidades físicas e químicas, produzindo uma combinação de propriedades que não poderiam ser alcançadas pelos constituintes separadamente.

Por matriz de um material compósito entende-se a sua fase contínua. De natureza polimérica, metálica ou cerâmica, ela funciona como uma espécie de aglutinante, mantendo a fase dispersa na posição e protegendo-a do ambiente externo. Ela também tem a função de quando solicitada, realizar a transferência do carregamento à fase dispersa, que é a responsável pelo reforço do material.

Os compósitos mais importantes tecnologicamente, segundo Callister [3], são aqueles em que a fase dispersa, isto é, o reforço, se encontra na forma de fibras, e em que a alta resistência e/ou a alta rigidez em relação ao peso é freqüentemente o objetivo de sua fabricação. Chawla [4] também ressalta a proeminência desta classe de compósito sobre as demais, e justifica o fato pela simples razão de a maioria dos materiais, quando na forma de fibra, ser mais resistente e apresentar maior rigidez do que quando em outra forma qualquer.

As propriedades dos materiais compósitos dependem de uma série de parâmetros, dentre os quais as propriedades de seus constituintes, a geometria, distribuição, orientação e concentração do reforço, a natureza e a qualidade da interface entre a matriz e o reforço [6]. Se por um lado, isto remete à complexidade de projeto e de fabricação, esta vasta possibilidade de combinações e arranjos fornece aos materiais compósitos uma de suas grandes vantagens: a de poderem ser projetados para se adequarem a necessidades específicas de projeto.

1.2.

Objetivo do trabalho

A etapa de planejamento da fabricação dos materiais compósitos envolve muitos parâmetros. Estes, ao serem combinados de diferentes formas, dão origem

a materiais com propriedades distintas. Tal complexidade exige um estudo apurado e minucioso da influência de cada parâmetro do processo de fabricação, e de como esses parâmetros afetam a microestrutura dos materiais.

A caracterização microestrutural apresenta-se, portanto, como etapa imprescindível para o desenvolvimento de materiais em geral e dos compósitos em particular. Através dela é possível relacionar a influência da organização interna do material sobre suas propriedades finais. Em materiais compósitos complexos, como os obtidos pelo processo de fabricação denominado Enrolamento Filamentar, a caracterização microestrutural torna-se mais crítica uma vez que os métodos tradicionais de análise do comportamento desses compósitos normalmente não se mostram suficientes caso a descrição pormenorizada da microestrutura não seja possível. Entretanto, procedimentos completos de análise ainda não foram completamente estabelecidos.

Dentro desse contexto, os objetivos deste trabalho são:

- Fabricar tubos compósitos de matriz polimérica por Enrolamento Filamentar;
- Desenvolver uma metodologia de análise microestrutural para tubos fabricados durante o trabalho e para um tubo comercial, utilizando técnicas de microscopia digital e processamento e análise digital de imagens.