

CADERNOS DA  
**ASSISTÊNCIA TÉCNICA**



**ACESITA**

*ACESITA S.A. ASSOCIADA À ARCELOR*

**Caderno 03**

**Agosto/2004**

# Especificação de Materiais

**Valdir Luís Fodra Filho**

Assistência Técnica Aços Inoxidáveis

## **Especificação de Materiais: Arte ou Ciência?**

Qualquer que seja a aplicação, a matéria prima perfeita não existe. Se analisarmos friamente, veremos que todo e qualquer material possui seu calcanhar de Aquiles. Isso ocorre porque as diversas aplicações existentes exigem diferentes requisitos dos materiais. Também podemos considerar que o especificador do século XXI trabalha com mais variáveis do que seu colega de 10 ou 15 anos atrás. Atualmente, além dos requisitos puramente técnicos, somamos a crescente preocupação com aspectos de segurança do trabalho, com o impacto ecológico na extração e exploração dos minérios e recursos, a própria ameaça de escassez de alguns destes recursos, a maior facilidade de reciclagem e a necessidade crescente de tratamentos de resíduos e efluentes.

Embora até pouco tempo atrás todos estes aspectos eram atributos apenas desejáveis, atualmente alguns destes novos requisitos já chegam a ser restritivos, isto é, o material deve necessariamente atender a uma ou mais destas exigências para poder ser especificado. Muitas empresas são convidadas a apresentar documentos como licença ambiental de funcionamento, certificado de auditorias em normas ambientais ou balanço social para poderem ser credenciadas como fornecedores. Cada vez mais empresas restringem suas compras a fornecedores que atendam às legislações ambientais e que pratiquem ações sociais na comunidade onde estão inseridos.

A complexidade aparece, também, porque diferentemente dos fatores puramente técnicos muitas das novas exigências citadas acima são passíveis de modificação “por decreto” e com uma velocidade incrível. Isto faz com que o especificador seja um misto de técnico e fiscal dos interesses da comunidade onde está inserido. Para tanto, deve se manter em dia com o conhecimento técnico, participando de seminários e feiras de seu setor, visitando e tendo reuniões periódicas com seus fornecedores, mas permanecendo atento aos movimentos ecológicos e sociais em relação aos produtos e equipamentos sob sua responsabilidade.

Se isso não bastasse, para complicar ainda mais este quadro, o especificador sofre pressão permanente em função da luta por aumento da competitividade, da necessidade de domínio das tecnologias, da busca por informação de qualidade e da pressão dos concorrentes internacionais em um mundo globalizado.

Há 10 anos atrás definiríamos especificação como a seleção do material que apresentasse maiores benefícios na utilização, de tal forma que seus pontos fracos não fossem críticos para a produção e nem para o desempenho. Atualmente podemos completar esta definição como sendo a seleção do material que apresente maiores benefícios na utilização, de tal forma que seus pontos fracos não sejam críticos para a produção e nem para o desempenho, e que esteja alinhado com as exigências das comunidades onde os produtos serão fabricados e utilizados. De qualquer forma, nenhuma das duas definições representa uma situação estática e ambas exigem a manutenção de uma rígida vigilância, sob a pena de pesadas perdas como, por exemplo, participação no mercado, competitividade e margem de lucro, entre outros. Como resultado disso tudo, a ciência “especificação” passa a ser, também, um pouco arte, com o especificador tentando dominar simultaneamente tantas variáveis da mesma forma que o equilibrista manipula vários pinos no ar sem deixá-los cair.

Com base neste enfoque, o termo “especificador”, que freqüentemente será citado neste texto, deve ser visto e entendido não como um profissional específico cuja função única e exclusiva na empresa é selecionar os melhores insumos e matérias primas, mas sim como todos aqueles que têm como parte de suas funções selecionar, auditar, desenvolver, analisar, negociar, cumprir reuniões técnicas e comerciais com fornecedores e clientes e, de uma forma ou de outra, interferem na decisão de quais serão os materiais escolhidos e entendem os motivos desta escolha. Cada vez mais a especificação de materiais propriamente dita é o fruto do trabalho de todo um departamento ou de um grupo de trabalho multifuncional e não de uma única cabeça dentro da corporação.

A especificação de materiais tem seu ponto máximo de importância principalmente em dois momentos: no projeto/desenvolvimento de produtos novos e quando se faz necessária uma modificação da matéria prima empregada em um produto já existente.

### **Projeto e Desenvolvimento de Novos Produtos**

Como as rápidas mudanças tecnológicas e sociais tornam os produtos de consumo obsoletos rapidamente e há um número imenso de concorrentes prontos a copiar estratégias de sucesso, todas as companhias deveriam, teoricamente, desenvolver e lançar novos produtos para se perpetuarem em seus ramos de negócio.

Se a saída é desenvolver produtos novos, então porque existem inúmeros exemplos de novos lançamentos que fracassam? De uma maneira geral, um produto está propenso a fracassar se não cumprir realmente o que promete, se ele não tem uma boa relação custo X benefício ou se ele não é verdadeiramente novo, mas apenas um velho conhecido disfarçado. Os consumidores têm se tornado mais seletivos nas suas escolhas, talvez porque tiveram seu poder de compra reduzidos por crises e períodos recessivos, talvez porque já estão consideravelmente abastecidos dos produtos de sua necessidade ou mesmo porque existe atualmente uma super oferta de produtos similares causando uma “indigestão” nos consumidores. Seguindo neste raciocínio, podemos dizer, portanto, que existem produtos realmente inovadores, únicos no mercado, existem produtos que são substitutivos significativamente diferentes dos já existentes no mercado e aqueles que são imitações, podendo ser novos para uma companhia em particular, mas não no mercado.

Em qualquer um destes casos, a especificação de materiais é fundamental para assegurar uma base sólida onde um novo produto possa se apoiar. Se, como foi mostrado acima, já é difícil por si só estabelecer um lançamento em um mercado supersaturado de opções, como será então se adicionarmos a fórmula do produto uma matéria prima deficiente tecnicamente? E se o produto partir de uma matéria prima que pode ter a fabricação cedo ou tarde descontinuada por não atender a legislação ambiental? Ou ainda quais as chances de um produto novo emplacar se sua produção é constantemente interrompida para que sejam feitos acertos para adaptação a uma matéria prima que apresenta variações dimensionais, de propriedades ou de qualidade a cada lote?

A especificação de um material para um produto em desenvolvimento requer muita atenção por parte dos envolvidos, pois são comuns os casos em que os especificadores têm pouca (ou nenhuma) experiência com aquele tipo de matéria prima. Embora esse desconhecimento sobre as particularidades de um material não seja demérito para ninguém, principalmente quando aquela matéria prima nunca foi empregada antes, em decorrência dele os contatos são mais frequentes e geralmente abrangem um número de pessoas maior do que nas especificações decorrentes de modificações em produtos já existentes. Trata-se, então, de um processo usualmente mais lento e em que mesmo as informações mais básicas sobre o material, por mais óbvias que possam parecer, devem ser colocadas na mesa.

Foi o que aconteceu no desenvolvimento das esteiras ergométricas submersas (foto abaixo), um produto novo não só no mercado brasileiro mas também na Europa e Estados Unidos. Esta esteira para caminhada e corrida projetada especificamente para ser instalada dentro de piscinas, apresenta muitos benefícios para o usuário em relação as esteiras convencionais, como uma grande diminuição do impacto das passadas, o aumento da queima de calorias e a sensação de bem estar proporcionada pela prática do exercício em imersão na água, somente para citar alguns.



Obviamente toda a estrutura do produto é em aço inox, assim como uma boa parte dos revestimentos externos. Como era o primeiro trabalho com inox conduzido pela empresa fabricante dessa esteira, durante o período de especificação os contatos eram diários, às vezes chegando até duas ou três vezes por dia. Os assuntos eram os mais variados, transitando entre o básico, como a diferença entre os tipos de inox, até os avançados, como a discussão de sistemas de proteção cátodica contra corrosão. Quase no final da especificação, uma surpresa: muitas academias já estão substituindo os

tradicionais sistemas de tratamento de água de suas piscinas com cloro por sistemas de eletrólise salina. E então a especificação teve que ser reestudada considerando as consequências desta mudança para os materiais selecionados.

### **Mudança de Matérias Primas em Produtos Existentes**

Uma vez que busca a inter-relação entre fatores passíveis de modificações, a especificação de materiais, como já dissemos, é dinâmica. Vamos considerar aqui duas maneiras pelas quais as matérias primas utilizadas na fabricação de um produto são alteradas: modificação no processo de produção, buscando sua otimização, e mudança nas características do produto, procurando reduzir riscos e custos ao melhorar um produto já estabelecido no mercado ao invés de desenvolver um novo.

Na prática, o que percebemos é que em maior ou menor grau os dois tipos de modificações ocorrem simultaneamente, uma vez que decisões de mudança nas características do produto podem, direta ou indiretamente, causar efeitos colaterais na maneira de fabricação e vice-versa. Esse impacto combinado entre produção e produto aumenta ainda mais a probabilidade de que seja necessária uma adequação da matéria prima quando é decidida uma modificação. Esta adequação não significa necessariamente a adoção de uma atitude drástica como a substituição de material ou de fornecedor, podendo por vezes estar restrita a aspectos mais simples como alterações dimensionais ou estéticas. No entanto, pequenos ajustes na matéria prima podem contribuir para reduzir custos, diminuir tempo de fabricação e até mesmo melhorar a aparência do produto final.

Entre todos bons motivos que há para que o especificador esteja alerta para as possibilidades de alteração dos materiais utilizados tradicionalmente na produção de bens, seja devido a modificação no processo de produção ou no próprio produto (que podem, como vimos, se desenrolar simultaneamente ou de maneira isolada), relacionamos aqui quatro que julgamos merecer destaque:

1. Mudanças trazidas pelos avanços tecnológicos
2. Busca de redução de tempo e custos
3. Mudanças decorrentes do comportamento do consumidor
4. Mudanças por força de lei

## 1. Mudanças trazidas pelos avanços tecnológicos

A importância da especificação de materiais no projeto e desenvolvimento de novos produtos, que seria a ligação mais direta e óbvia com o aparecimento de novas tecnologias, já foi discutido anteriormente neste texto. Há, entretanto, um efeito secundário decorrente do avanço tecnológico.

Embora seja inquestionável que a tecnologia permita uma quantidade maior de opções e possibilidades tanto para fabricantes quanto para consumidores, é necessário reconhecer que nem todo mundo é afeito a tecnologia. As pessoas se comportam de maneiras diferentes frente às inovações “hi-tech”. Se em um extremo existem os “tecnófilos”, que excitam-se com a tecnologia, correm para adquirir os produtos que representam inovações tecnológicas assim que aparecem no mercado, despendem um grande montante de energia, tempo e dinheiro aprendendo, adquirindo e usando novos aparatos tecnológicos, em outro extremo se situam os “tecnófobos”, que lembram-se saudosos dos dias em que realidade virtual era um termo sem sentido.

As pessoas podem ser avessas a tecnologia porque prezam o contato humano ou porque desprezam os produtos e serviços altamente padronizados. Porém, muitas vezes a aversão vem da autopercepção de que não estão habilitadas a enfrentar as inovações tecnológicas, sentindo-se confusas (e muitas vezes em pânico) quando são obrigadas a lidar com elas. No entanto, a maior parte da população está situada em algum lugar entre esses dois extremos, chegando até mesmo a mostrar comportamentos diferentes dependendo da área em que ocorre a inovação tecnológica: amam os carros com tecnologia de ponta mas só comem pizzas feitas em forno a lenha; sentam-se confortavelmente em suas poltronas reclináveis em ambientes climatizados para ouvir um disco de vinil porque consideram que é o único fiel ao som original.

Desta forma, de uma maneira ou de outra as pessoas são expostas à tecnologia e, a medida em que ela passa a fazer parte de suas vidas, acabam moldando seu comportamento em função das novas possibilidades, dos benefícios e das novas opções que se abrem diante dela. É o que vem acontecendo com a popularização dos computadores e sua instalação ostensiva em postos de trabalho, permitindo que pessoas de todas as classes tenham acesso às informações. Hoje é fato que o consumidor adquire produtos de qualquer parte do mundo sem sair de sua cadeira. Sabe como os produtos são feitos, de onde vem a matéria prima, se causa impacto ao meio ambiente ou não. Conhece as ações sociais feitas pelas empresas ou suas ações judiciais. Quando se sente lesado, denuncia, conta o ocorrido a dezenas de pessoas em seu trabalho, em seu bairro e a centenas de pessoas pela internet. Pesquisa mais preços e condições de pagamento, valoriza as marcas dos produtos e o que elas podem oferecer em termos de confiabilidade, serviços e bom atendimento. Tudo isso sem precisar levantar de sua cadeira.

O acesso generalizado à informação exerce uma pressão sobre o especificador. Além de permitir a comparação com produtos concorrentes, permite também que o consumidor conheça as matérias primas selecionadas, criando um vínculo entre produto e matéria prima. Se por um lado o questionamento dos aspectos técnicos envolvidos na escolha do material pode ser feito por um número de pessoas bem restrito, outros aspectos são de entendimento geral. A associação do produto a uma matéria prima que produz doenças ocupacionais em sua extração ou fabricação, para citar apenas um exemplo, pode ser catastrófica. Ou então a divulgação em massa de que seu produto está falhando em serviço devido a matéria prima pode levar o mercado a duas associações danosas: a extensão de que outros produtos daquela mesma marca não são bons ou a de que outros produtos de outras marcas com aquela mesma matéria prima também podem falhar. É a penalização conjunta do especificador e de seu fornecedor.

## 2. Busca de redução de tempo e custos

O tempo tem se tornado um dos fatores de maior importância no mundo empresarial atual. As empresas que não reconhecem sua importância como uma variável competitiva e não se adequam para reduzir prazos de uma maneira geral registram um aumento de custos excepcional para manter seus clientes. Preparar-se para responder rapidamente às demandas do mercado trás para a especificação de materiais dois desafios: a seleção de materiais que possam representar um abastecimento seguro, uma vez que não existe valor no insumo que não está nas mãos do consumidor no local e momento corretos para ser processado, e a adequação das matérias primas aos esforços concentrados de racionalização da produção, já que em uma boa parte dos casos para que uma nova maneira de fabricação possa ser adotada faz-se necessária uma adaptação, ou re-especificação, das matérias primas tradicionalmente empregadas.

Um problema muito comum encontrado nas especificações de materiais é a exagerada particularização das condições de fornecimento, ou o que poderíamos chamar de "superespecificação". Até onde é interessante selecionar materiais com características tão particulares que possam ser difíceis de serem encontrados? De nada vale um especificador selecionar uma matéria prima que tenha uma adequação técnica perfeita, nos mínimos detalhes, um custo bom e compatibilidade com os requisitos de preservação ambiental e desenvolvimento social se ela não estiver disponível na hora e no lugar correto para que possa ser beneficiada. Quanto mais particular for a especificação de uma matéria prima, maior deverá ser o estoque de segurança, pois a probabilidade de encontrar material estocado no caso de uma necessidade repentina é inversamente proporcional ao grau de customização.

Portanto, deve haver uma ponderação sobre o que é realmente necessário e o que pode ser considerado um critério apenas desejável. As consequências da superespecificação vão desde os riscos de desabastecimento até o aumento de custos, absolutamente dispensáveis se a especificação tivesse sido feita com critério. Em muitos casos, a adoção de materiais padronizados, mesmo não sendo considerados tecnicamente ideais, compensa os custos de ajustes que serão feitos na produção para seu processamento, sobretudo quando se pratica uma estratégia de estoques baixos.

É importante compreender que nem sempre os clientes atribuem às características da matéria prima a mesma importância dada pelo fornecedor, o que torna imprescindível uma linha direta de comunicação. A especificação de materiais abrange a relação cliente-fornecedor no sentido de identificar necessidades e estabelecer alternativas que sejam factíveis na fabricação da matéria prima e adequadas aos recursos de produção de bens do produtor. Como cada empresa possui uma configuração particular de equipamentos, pessoal e experiência, a especificação de materiais será tanto mais efetiva e racional quanto mais profunda for a interação na cadeia de suprimentos.

Vamos considerar, a título de exemplo, os tanques para a indústria de sucos e bebidas. No processo tradicional de montagem de tanques de grande capacidade para estocagem e processamento de cerveja, vinho e suco de laranja, o aço inox é desbobinado e cortado em chapas de comprimento fixo. As chapas são então unidas por soldagem em suas extremidades até que seja montado um anel com o diâmetro do tanque, e também nas laterais, assumindo uma disposição como a de tijolos em uma parede (foto ao lado).



Um tradicional fabricante de bens de capital decidiu investir em sua produção para reduzir custos e tempo de fabricação. Desenvolveu um processo onde recebe a bobina de aço inox, faz um tombamento de 90 graus de tal forma que o material ao ser desbobinado fique “em pé”, com sua superfície fazendo um ângulo reto com o chão (ou seja, na mesma posição que ficará no tanque). A partir daí, o material é continuamente desbobinado até completar um círculo com o diâmetro do tanque a ser construído. Com um único cordão de solda, é fechado o anel. Os anéis empilhados, unidos por soldagem, formam o tanque de uma maneira muito mais rápida e econômica, eliminando uma grande quantidade de cordões de solda que consumiriam tempo e ainda deveriam ser decapados e polidos.

A modificação no processo de fabricação dos tanques exigiu novos requisitos da matéria prima. Enquanto chapas podem ser processadas em calandras que conferem elevada planicidade ao material, a fabricação do anel direto da bobina requer um cuidado com a forma do material, evitando ondulações e outras distorções que poderiam comprometer o empilhamento dos anéis e inviabilizar o processo.

Os custos mudam com a escala e a experiência de produção. Podem mudar também, como acabamos de ver, como resultado de uma racionalização da produção. Entretanto, existe ainda mais uma maneira com a qual a especificação de materiais pode diminuir custos nas empresas. A correta seleção de materiais para peças, componentes de equipamentos e máquinas da produção, além de evitar a parada para manutenção corretiva pode representar também a diminuição dos custos das manutenções preditivas, bem como do tempo empregado nestas operações. Este é um ponto rapidamente assimilado por empresas que precisam fazer manutenção em condições adversas ou cujas falhas de equipamentos possam acarretar riscos de vida ou ambientais, mas que gradativamente vem se espalhando nos mais diversos segmentos.

O especificador deve estar também atento ao aparecimento de novas opções de materiais, que não foram considerados no momento da primeira especificação para um produto. O desenvolvimento de novos materiais está intimamente ligado a melhoria da relação custo / benefício para uma determinada aplicação. Para que esta relação se torne mais vantajosa, é possível opcionalmente trabalhar-se um novo insumo no sentido de reduzir os custos, através do desenvolvimento de novos tipos de materiais que continuem atendendo às necessidades dos clientes e da comunidade em determinadas aplicações, mas que sejam mais baratos que aqueles atualmente em uso. Ou então aumentar os benefícios, obtendo-se ligas com propriedades tais que proporcionem melhorias nos processos onde serão utilizadas. Idealmente, os novos desenvolvimentos deveriam atender a ambos os requisitos, oferecendo simultaneamente menor custo e maior benefício, o que, no entanto, nem sempre é possível. Muitas vezes, esse tipo de desenvolvimento de novas matérias primas por um fornecedor demonstra uma estratégia de antecipação em relação aos seus concorrentes, promovendo a substituição de seus próprios materiais por outro mais vantajoso antes que os produtores de outros materiais o façam.

A própria Acesita vem desenvolvendo nos últimos anos vários tipos novos de inoxidáveis. São aços que representam novas opções a serem consideradas nos estudos de seleção de materiais, mas um especificador que não estiver atento aos lançamentos, apesar dos esforços de divulgação da siderúrgica, poderá nem sequer considerá-los por desconhecimento. Um caso recente é o desenvolvimento do inox 444, que impacta sobremaneira a especificação de tubos para trocadores de calor como, por exemplo, evaporadores e aquecedores de caldo em usinas de álcool e açúcar. Este novo inox possui boa resistência a corrosão, garantindo elevada vida útil (várias vezes superiores aos aços carbono comumente empregados), boa resistência mecânica permitindo a adoção de baixas espessuras de parede dos tubos e superfícies muito lisas dificultando as incrustações na parede dos tubos e facilitando a remoção daquelas que aderirem. Este material possui ainda, dentro da família dos aços inox, um coeficiente de troca térmica alto, que associada a baixa espessura das paredes dos tubos confere uma condição muito favorável para a troca de calor. Por fim, os tubos de 444 destinados a esta aplicação são fabricados por um sistema de soldagem por alta frequência, extremamente rápida, gerando custos menores de fabricação e

preço final. Assim, especificadores de várias usinas de açúcar vem cada vez mais e mais adotando este material. Uma opção que não existia quatro anos atrás.

### 3. Mudanças decorrentes do comportamento do consumidor

Segundo Joseph Pine II e James Gilmore em seu artigo “Venda imagem em vez de produtos”, a história econômica pode ser dividida em quatro grandes estágios de desenvolvimento: o agrário, o industrial, o de serviços e o de experiências. E para ilustrar essa evolução, os autores mostram o exemplo de um simples bolo de aniversário:

*“Na economia agrária eram as mães que faziam os bolos, misturando várias matérias-primas (farinha, açúcar, manteiga e ovos), pelas quais pagavam menos de R\$ 1,00. Na economia industrial as mães passaram a comprar nas mercearias as embalagens de ingredientes pré-misturados (exemplo: R\$ 1,50 por embalagem). Na economia de serviços, os atarefados pais preferem comprar os bolos de aniversário nas docerias, pagando um preço 10 vezes superior (exemplo: R\$ 15,00). Hoje vão ainda mais longe. Por um custo 100 vezes superior (exemplo: R\$ 150,00), fazem o outsourcing total da festa de aniversário junto das empresas da especialidade. Estas organizam um evento memorável para as crianças, decoram a sala, disponibilizam refeição, recrutam animadores, etc. E grande parte delas acaba por oferecer gratuitamente o bolo de aniversário. Bem-vindos à economia das experiências!”*

Nos últimos anos temos constatado uma aceleração no ritmo de vida das pessoas, e de nossas próprias vidas, alterando os hábitos de consumo em geral e de alimentação em particular. Os efeitos nocivos deste modo de vida têm sido noticiados maciçamente em jornais, livros, televisão e, sobretudo, pela Internet. Em função disso, temos visto o surgimento de consumidores que consideram sua saúde e a do planeta como prioridade número um. Basta olharmos pelas nossas janelas para constataremos que nunca houve tantas pessoas andando pelas ruas, parques e clubes, tantos personal-trainers em atividade e tamanha opressão aos tabagistas. Há um aumento da procura pela medicina e terapias alternativas, uma preocupação constante com a prevenção de doenças e com o envelhecimento com qualidade de vida.

Para termos uma idéia do impacto que este consumidor pode causar no mercado, basta verificarmos o desempenho dos produtos considerados alternativos, como os alimentos orgânicos, por exemplo. Cultivados sem agrotóxicos e provenientes de sistemas agrícolas baseados em processos que não agridem a natureza, apresentam preços em média 30 a 50% mais caros. No entanto, é um mercado que ano a ano cresce de maneira impressionante. A qualidade final destes alimentos e a maneira como eles são produzidos passam a ser fatores cada vez mais significativos no processo de decisão de compra, seja pelos consumidores finais ou pelos consumidores industriais e restaurantes, onde serão empregados como matérias primas nos mais variados tipos de pratos e alimentos.

Na fabricação do açúcar orgânico (e nas usinas que optam pela co-geração de energia através da queima do bagaço de cana moído), ao invés da colheita manual, onde há a queima antes da colheita, utiliza-se a colheita mecanizada. Apesar de seus aspectos positivos, como o potencial de padronização da operação e o pré-processamento da matéria prima, a colheita mecanizada introduz maior quantidade de terra e areia no processo de fabricação de açúcar, que entram misturadas com a cana. Estas impurezas altamente abrasivas ocasionam um considerável aumento do desgaste nas mesas de entrada da cana e nas moendas, podendo até afetar o funcionamento dos decantadores e outros equipamentos.

O uso crescente da colheita de cana mecanizada tem aberto a porta para materiais com elevada resistência a abrasão úmida. A Acesita desenvolveu e tem fornecido para esta aplicação, por exemplo, o aço P410D, um material que mantém as propriedades mecânicas elevadas dos aços inoxidáveis, benéficas no uso em solicitações de desgaste, porém com um custo baixo devido a



menor adição de elementos de liga quando comparado com outros aços inox. Além disso, durante a etapa de soldagem, há a precipitação de martensita por toda a zona afetada pelo calor, o que lhe confere um aumento na resistência a abrasão. Testes práticos demonstraram que em abrasão úmida seu desempenho é cerca de 30% superior aos aços baixo carbono comumente empregados. O crescimento da importância do aço P410D nas usinas de açúcar é um exemplo claro de como o comportamento do consumidor pode influir em toda cadeia de suprimentos.

Em face às mudanças do perfil do consumidor, melhorar um produto já estabelecido pode ser uma alternativa mais lucrativa e muito menos arriscada do que desenvolver um completamente novo. Em determinados segmentos do mercado, percebemos uma diminuição considerável do ciclo de vida dos produtos, com novas versões e modelos sobrepondo-se de uma maneira tal que quase torna um produto obsoleto já no momento de seu lançamento. Embora as modificações ocorridas no próprio produto estejam mais relacionadas ao seu desempenho no mercado, modificando alguma característica que possa torná-lo mais atraente para um determinado tipo de público alvo, usualmente implicam em uma adequação de suas matérias primas.

Quando entrou em vigor em algumas regiões do Brasil o racionamento de energia elétrica como medida para evitar o "apagão", a Acesita registrou uma queda no consumo dos aços siliciosos de grão orientado, usado em transformadores de potência e distribuição de energia elétrica. Porém, houve um impulso na especificação dos aços siliciosos grão não orientado, pois são materiais que permitem a fabricação de equipamentos elétricos mais eficientes pois apresentam perdas magnéticas menores. De repente os consumidores, mesmo aqueles dos estados que não estavam incluídos no racionamento, passaram a prestar atenção nas etiquetas informando o consumo de energia elétrica antes de adquirir uma geladeira, um forno microondas ou outro eletrodoméstico. Aliás, este exemplo é bem interessante, pois serve para mostrar como a especificação de matérias primas pode ser impactada tanto pela mudança do comportamento do consumidor quanto pelas mudanças por força de lei, que é o que discutiremos a seguir.

#### 4. Mudanças por força de lei

Notadamente nos últimos anos temos percebido um número cada vez maior de regulamentações a práticas industriais, sobretudo voltadas, mas não restritas, a conservação do meio ambiente. Também é crescente o aumento da fiscalização, o que garante o cumprimento não somente das novas resoluções como também de outras não tão recentes mas pouco respeitadas. Algumas são gerais como, por exemplo, a exigência do tratamento de efluentes e resíduos químicos, e outras mais específicas a determinados segmentos como a regulamentação sobre o controle de emissões de veículos automotivos.

Desde 1991 a legislação brasileira fixa valores para a emissão de gases provenientes da combustão dos motores de veículos de passeio. As quantidades permitidas foram progressivamente tornando-se menores, levando as montadoras a equipar seus modelos com injeção eletrônica e catalisadores químicos para garantir a conformidade com a lei. Se fossem mantidos os aços até então utilizados nos tubos e componentes do sistema de exaustão dos veículos, haveria uma corrosão com o tempo de uso e os resíduos seriam carregados pelos gases de exaustão, entupindo o catalisador, uma cara colméia cerâmica impregnada com produtos químicos, inutilizando-o.



A seleção de aços inoxidáveis como matéria prima para os tubos e componentes dos sistemas de exaustão de veículos (figura acima) passou a garantir a vida útil dos catalisadores, uma vez que não liberam resíduos que possam ser carregados até as colméias. A mudança, que teve seu lugar por força de lei, foi tão representativa que motivou o desenvolvimento de 3 novas ligas inoxidáveis por parte da Acesita para a aplicação neste segmento e justificou a construção de uma fábrica de tubos direcionada para este segmento de mercado.

As mudanças derivadas da legislação podem ter o seu impacto sobre a especificação de matéria prima diretamente, como no caso da proibição em alguns estados do uso de asbesto (amianto) devido ao risco de causar doenças ocupacionais, ou indiretamente, como no aumento dos custos devido a necessidade de implantação de um sistema de tratamento de efluentes. Foi neste contexto indireto, por exemplo, que os aços inoxidáveis ganharam terreno sobre produtos cromados e niquelados.

Este tipo de situação pode ser exemplificado no caso da multinacional do segmento de telefonia que fabricava seus produtos utilizando metais cromados, niquelados e bi-cromatizados. No entanto, mesmo tendo instalado uma linha de tratamento de efluentes, não encontrava destino para o resíduo sólido rico em metais pesados resultante do tratamento. A legislação ambiental, cada vez mais rigorosa, impedia que fossem enterrados ou queimados e as empresas até então contratadas para a remoção do resíduo foram ficando escassas, até praticamente sumirem. A solução provisória adotada foi construir um galpão onde os resíduos fossem armazenados até ser descoberto um destino para eles. A solução permanente foi migrar as peças para aço inox, dispensando o uso do tratamento de efluentes e promovendo, como benefício adicional, a diminuição dos prazos de fabricação.

A efetiva migração das peças metalizadas para o aço inox levou meses. Foi necessário desenvolver um primer especial para pintar a superfície lisa do inox, pois os equipamentos deveriam respeitar uma padronização de cores, e adequar as ferramentas de estampagem para o uso com inox. Porém a empresa, que consumia historicamente 500 kg de inox a cada dois meses, chegou a consumir mensalmente mais de 50 toneladas.

As principais características das mudanças por força de lei é que são quase sempre irreversíveis e têm data certa para acontecer, embora fique a critério de cada empresa o tempo de antecedência com que se dedicarão às adaptações necessárias.

## **Etapas da especificação**

Um especificador passa por seis estágios até decidir a utilização de algo novo, o que é chamado de "processo de adoção":

- **Consciência:** quando é exposto a inovação (reuniões com clientes, fornecedores, participação em seminários, feiras e congressos, através de literatura técnica especializada)
- **Interesse:** quando se interessa pelo assunto e procura informações complementares
- **Avaliação:** julga vantagens e desvantagens; compara as alternativas
- **Teste:** adota a inovação em uma quantidade pequena ou amostra com acompanhamento
- **Adoção:** decisão por usar a inovação em escala total
- **Confirmação:** torna-se usuário e procura uma confirmação de que sua decisão de compra foi correta

A taxa de adoção é influenciada pelo grau que uma inovação é superior aos produtos anteriormente disponíveis, por quanto a inovação coincide com os valores e experiências culturais dos especificadores, pelo grau de dificuldade em entender ou usar a inovação, pela possibilidade

de experimentar ou testar o novo produto e pela possibilidade de observar o quanto essa inovação é efetiva no que se propõe.

### **Casos Práticos de Especificação de Aços Inox**

Para finalizar, descreveremos algumas especificações típicas de aços inox em diversos segmentos. O intuito aqui é demonstrar a variedade de requisitos que os diversos segmentos de mercados apresentam e a importância da boa seleção de materiais.

**Segmento:** Hospitalar

**Real aplicação:** Instrumental cirúrgico e utensílios hospitalares (bisturis, pinças, cubas, etc)

**Requisitos Exigidos:** Quando se especifica o material para fabricação de artigos hospitalares deve-se considerar 3 fatores principais: o risco que este utensílio representa ao paciente (se terá contato apenas com pele íntegra ou será utilizado em procedimentos invasivos, por exemplo), na compatibilidade do material ao procedimento em que será utilizado e na possibilidade de reuso segundo a legislação vigente.

**Especificação de Material:** inox 304. Devido a sua elevada resistência a corrosão, suporta limpezas frequentes e é resistente ao contato com sangue. A superfície extremamente lisa dos acabamentos laminados a frio confere uma grande facilidade para a remoção de resíduos e bactérias. A excelente resistência mecânica permite o uso de espessuras finas, conferindo leveza aos produtos. Materiais feitos com inox 304 podem ser limpos manual ou mecanicamente, por ultrassom, em lavadoras térmicas (termodesinfetadoras), passar por desinfecção térmica de alto nível ou serem esterilizados a vapor. Em outras palavras, é um dos poucos materiais que aceita todas as formas de reprocessamento de uma central de materiais hospitalar. **IMPORTANTE:** No caso de tesouras e bisturis, a especificação é similar a descrita no item referente a facas (segmento cutelaria).

**Segmento:** Indústria de Alimentos e Bebidas

**Real aplicação:** Tanques para processamento ou estocagem de vinho, cervejas e suco de laranja

**Requisitos Exigidos:** Elevada resistência mecânica, condição de trabalhar em temperaturas de até 15°C negativos (suco de laranja concentrado), superfície isenta de poros e cavidade que possam reter sujeira e bactérias, boa soldabilidade, capacidade de trocar calor

**Especificação de Material:** para este tipo de tanque, especifica-se o inox 304, que apresenta boa soldabilidade, propriedades mecânicas elevadas e, o que é mais importante nas aplicações da indústria de alimentos e bebidas, é inerte em contato com os produtos a serem processados ou armazenados (não modifica o paladar, aroma ou coloração). Sua superfície com rugosidade baixa evita a aderência de sujeira ou bactérias nas paredes do tanque e ajuda na remoção de depósitos comuns a determinados processos (como o caso da formação e aderência de ácido tartárico nas paredes dos tanques de fermentação de vinho). Pode ser utilizado sem problemas em temperaturas abaixo de zero, sendo também indicados para fabricação de tanques criogênicos, com temperatura menores do que 100 °C negativos. Uma observação importante: em trabalho com vinho branco, mais agressivo em termos de corrosão que o vinho tinto, recomenda-se o emprego de inox 316 pelo menos na parte superior do tanque.

**Segmento:** Cutelaria

**Real aplicação:** Facas domésticas e profissionais

**Requisitos Exigidos:** material com alta dureza, resistência a corrosão no processo de limpeza manual ou automática (lavadora de louça)

**Especificação de Material:** existem duas possibilidades de especificação para facas: material 301 encruado (endurecido por laminação a frio) ou material temperável, inox 420 ou P499A. O 301 encruado já vem na matéria prima com a dureza adequada, dispensando tratamento térmico final. Normalmente não é especificado para facas profissionais (nem para utensílios hospitalares de corte). Apresentam o inconveniente de aumentar muito o desgaste de ferramentas de corte e

usinagem no processo de fabricação. Os inox temperáveis 420 e P499A são fornecidos com dureza baixa e somente após toda fabricação da lâmina (exceto a afiação) recebem tratamento térmico que irá elevar muito sua dureza. A diferença entre os dois materiais é que o P498A apresenta dureza superior ao 420 após têmpera e possui resistência a corrosão superior.

**Segmento:** Pias e Cubas

**Real aplicação:** Pias para uso residencial

**Requisitos Exigidos:** boa aparência, resistência mecânica, estampabilidade, facilidade de limpeza e higienização

**Especificação de Material:** os aços inox são selecionados como matéria prima para pias devido a sua fácil higienização, resultante de sua superfície muito lisa, alta durabilidade e elevado apelo estético. O tipo de inox mais adequado depende do tipo de pia que se deseja produzir:

- 430 => origina cubas com profundidades menores do que quando se emprega inox 304 e que devem ser soldadas nas mesas (parte plana das pias). Possui resistência a corrosão inferior ao inox 304, mas é mais barato e possui um brilho natural que ajuda no acabamento final do produto
- 304 => origina cubas com profundidades maiores do que o inox 430, mas que também devem ser soldadas nas mesas. Tem resistência a corrosão mais elevada, mas por ser um aço com superfície mais fosca, requer etapa de polimento final
- 304 para estampagem profunda => este aço tem sua composição química balanceada para apresentar excelente desempenho em processos de estampagem profunda, mas mantendo resistência a corrosão similar aos 304 comuns. Com esta matéria prima é possível a fabricação de pias monobloco (cuba e mesa em uma única peça), requerendo também polimento final.

**Segmento:** Relaminação

**Real aplicação:** Mola para cinto de segurança retrátil

**Requisitos Exigidos:** pronunciado efeito mola. É um item de segurança veicular, devendo ter resistência a corrosão que assegure longa vida útil e correto desempenho em uso.

**Especificação de Material:** os aços inox austeníticos (aços da série 3XX) apresentam um pronunciado efeito de endurecimento por transformação mecânica a frio, principalmente o inox 301. Nesta condição, o comportamento elástico do material é aumentado, fazendo com que apresente elevado efeito mola. A matéria prima recomendada para cintos de segurança, portanto, é o inox 301 laminado a frio em empresas relaminadoras, que podem ajustar a quantidade de efeito mola conforme o percentual de redução a frio aplicado ao material.

## Material de Apoio

Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos  
Martin Christopher  
Ed Pioneira

Marketing  
M. Etzel, B.Walker e W Stanton  
Ed Makron Books

Customer Behavior  
J. Sheth, B. Mittal e B Newman  
Ed Dryden

Organizational Theory  
Gareth Jones  
Ed Prentice Hall

Estudo dos mecanismos envolvidos em falha por fadiga e fadiga corrosão em aços inoxidáveis ferríticos estabilizados utilizados no sistema de exaustão de veículos  
Ricardo Augusto Faria - Doutorando ACESITA  
Prof. Dr. Leonardo Barbosa Godefroid - Orientador EMOP / UFOP  
Prof. Dr. Luc Rémy - Co-orientador CdM / ENSMP  
Dr. Pierre Olivier Santacreu - Co-orientador CRI / USINOR

Aquafit – Esteira Submersa  
[www.aquafit.com.br](http://www.aquafit.com.br)  
(foto Esteira Submersa)

Núcleo Inox  
[www.nucleoinox.org.br](http://www.nucleoinox.org.br)  
(foto Tanque para Cervejaria)

---

Tem sugestões, dúvidas ou gostaria de comentar este trabalho?  
[Valdir@acesita.com.br](mailto:Valdir@acesita.com.br)