



Especificação de Materiais

Arte ou Ciência?

Cadernos Técnicos Aperam - volume 4

Índice

Especificação de materiais: arte ou ciência?

Projeto e desenvolvimento de novos produtos

Substituição de matérias-primas em produtos existentes

:: Mudanças trazidas pelos avanços tecnológicos

:: Redução de tempo e custos

:: Mudanças decorrentes do comportamento do consumidor

:: Mudanças por força de lei

Etapas da especificação

Casos práticos de especificação de aços inox

:: Linha Branca

:: Hospitalar

:: Indústria de Alimentos e Bebidas

:: Cutelaria

:: Pias e Cubas

:: Relaminação

Um centro de pesquisas a serviço de nossos clientes

Material de apoio



Especificação de materiais

O especificador do século XXI trabalha com muitas variáveis. Além dos requisitos puramente técnicos, deve preocupar-se com aspectos de segurança do trabalho, com a sustentabilidade, com a cadeia de fornecimento e consumo associada àquele produto, com a crescente importância de pensar na logística reversa para a destinação futura do produto que ainda nem foi fabricado.

Até pouco tempo atrás estes eram atributos apenas desejáveis. Atualmente, entretanto, alguns desses requisitos chegam a ser restritivos. Nos processos de aquisição de matérias-primas já não basta apresentar boas condições comerciais e técnicas. É necessário apresentar licenças de funcionamento, certificados de conformidade com normas ambientais, de segurança e de compliance, por exemplo.

Para trabalhar nesse cenário, o especificador deve manter seu conhecimento técnico em dia, participando de seminários e feiras de seu setor, visitando periodicamente seus fornecedores e clientes, e considerando o tripé da sustentabilidade - ambiental, social e econômico - em todos os projetos sob sua responsabilidade.

Há alguns anos a especificação seria definida como o processo de seleção dos materiais que oferecessem os maiores benefícios, 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 dos materiais que apresentem maiores benefícios na utilização, de tal forma que seus pontos fracos não sejam críticos para a produção e nem para o desempenho, e que estejam alinhados com as exigências das comunidades onde os produtos serão fabricados e utilizados, que respeitem a integridade do trabalhador e o meio ambiente e que sejam os mais adequados do ponto de vista tecnológico e econômico.

Como resultado de todas essas exigências, a **especificação** é uma ciência, mas também uma arte, com o especificador tentando dominar simultaneamente tantas variáveis quanto o equilibrista que manipula vários pinos no ar, sem deixá-los cair.

Desse modo, o **especificador** é todo aquele profissional que tem como parte de suas funções selecionar, auditar, desenvolver, analisar e negociar produtos; cumprir requisitos técnicos e comerciais; interferir na escolha dos materiais e entender os motivos desta decisão. Cada vez mais, portanto, a especificação de materiais é fruto do trabalho de um grupo multifuncional e não de uma única pessoa dentro da corporação.

A especificação de materiais tem seu ponto máximo de importância principalmente em dois momentos: **no desenvolvimento de produtos novos e na substituição de matéria-prima** empregada em um produto já existente.



Projeto e desenvolvimento de novos produtos

A especificação de um material para um produto em desenvolvimento requer muita atenção, pois são comuns os casos em que os especificadores têm pouca ou nenhuma experiência com as matérias-primas em questão. Se esse for o caso, os contatos entre as áreas técnicas do cliente e do fornecedor devem ser intensificados. O cuidado é ainda mais necessário nos casos em que aquela matéria-prima nunca foi empregada. Trata-se, então, de um processo usualmente mais lento e em que mesmo as informações mais básicas, por mais óbvias que possam parecer, devem ser colocadas na mesa.

Esse foi o percurso seguido pela Aperam durante o processo de desenvolvimento de transportadores metálicos de cana, mais especificamente, esteira metálica de cana. Este equipamento, pertencente ao processo de recebimento de cana das usinas produtoras de açúcar e etanol, é composto de peças chamadas taliscas, unidas umas às outras através de correntes, formando assim uma esteira. As taliscas, foco de nosso desenvolvimento, tradicionalmente fabricadas em aço carbono, possuem uma vida útil bastante curta, em média 2 ou 3 safras. Trabalhamos conjuntamente com o usuário final e o fabricante unindo assim toda a cadeia (fabricante da matéria prima, fabricante da peça e usuário final).





Neste caso, introduzimos uma ferramenta nova ao processo de desenvolvimento que foi a utilização da simulação/modelagem por elementos finitos. A observação em campo feita pela equipe de engenharia de aplicação mostrou a oportunidade de substituir o aço carbono da talisca por aço inox e orientou a equipe de pesquisas a respeito de qual seria o melhor aço inox a ser utilizado realizamos a modelagem. Com essa ferramenta foi possível verificar qual seria a menor espessura possível de ser utilizada pelo usuário final sem gerar riscos para o processo dele.

O resultado foi uma redução de espessura da peça de cerca de 25% em relação ao aço carbono. Vencida essa etapa de especificação e otimização providenciamos a fabricação de alguns protótipos para serem testados em campo para validar junto ao usuário final o que estávamos propondo. Após 5 safras ficou validado que o inox foi corretamente especificado e que a otimização de espessura é válida. Triplicamos a vida útil das taliscas e reduzimos o custo de manutenção das usinas nesta aplicação.

Substituição de matérias-primas em produtos existentes

As matérias-primas utilizadas na fabricação de um produto podem ser alteradas em duas situações principais: em decorrência de otimizações no processo de produção ou de mudança nas características do produto. Na prática, em maior ou menor grau, os dois tipos de modificações ocorrem simultaneamente, uma vez que mudança nas características do produto podem, direta ou indiretamente, causar alterações no processo de produção e vice-versa.

Entre os motivos para alteração dos materiais utilizados na produção de determinado bem, os principais são os seguintes:

Mudanças trazidas pelos avanços tecnológicos

Redução de tempo e custos

Mudanças decorrentes do comportamento do consumidor

Mudanças por força de lei

3.1. Mudanças trazidas pelos avanços tecnológicos

Hoje é fato que o consumidor adquire produtos de qualquer parte do mundo sem sair de casa. 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. Pesquisa mais preços e condições de pagamento, valoriza as marcas dos produtos e o que elas podem oferecer em termos de propósito, confiabilidade, serviços e bom atendimento.

Esse acesso generalizado à informação exerce pressão sobre o especificador. Além de permitir a comparação com produtos concorrentes, permite também que o consumidor conheça as matérias-primas selecionadas. A associação do produto a uma matéria-prima que produz doenças ocupacionais em sua extração ou fabricação, por exemplo, pode ser catastrófica. O mesmo se dá se o produto apresenta falha em serviço devido à matéria-prima utilizada. E isso pode levar o mercado a duas associações, ambas danosas: à conclusão de que outros produtos daquela mesma marca não são bons ou à de que outros produtos de outras marcas com aquela mesma matéria-prima também podem falhar.



3.2. Redução de tempo e custos

As exigências de redução de tempo e de custos de fabricação trazem dois desafios para o especificador: a segurança logística, ou seja, a seleção de materiais que estejam disponíveis para entrega sem interrupção de fornecimento, e a busca por matérias-primas que atendam aos esforços de racionalização da produção.

Um problema muito comum encontrado nas especificações de materiais é a exagerada particularização das condições de fornecimento, ou o que poderíamos chamar de “superespecificação”, que eleva custos e coloca em risco a capacidade de abastecimento das linhas de produção. Nesse caso, quanto mais particular for a especificação de uma matéria-prima, maior deverá ser o estoque de segurança, pois a probabilidade de encontrar material disponível no caso de uma necessidade repentina é inversamente proporcional ao grau de customização.

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 nessas 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.

Por tudo isso, o especificador deve estar atento ao aparecimento de novas opções de materiais, que não foram considerados no momento da primeira especificação para um produto.

Redução de custos



Nos últimos anos, a Aperam vem desenvolvendo novos tipos de inoxidáveis, como o Endur 300, um aço martensítico com baixo teor de carbono, que apresenta desempenho destacado em ambientes úmidos e agressivos, que combinam abrasão e corrosão, evitando desgastes que, em aços comuns, geram perdas de espessura. Por suas propriedades é uma excelente opção para produção de basculantes, betoneiras, equipamentos de beneficiamento e vagões de carga para transporte de minério e linha amarela (escavadeiras, compressores, guas e guindastes). Em todos esses equipamentos a utilização do Endur 300 proporciona redução de custos e tempo com manutenção.

Redução de tempo



Os aços inoxidáveis produzidos pela Aperam também têm contribuído para que nossos clientes economizem tempo na fabricação e instalação de seus equipamentos e na manutenção dessas estruturas. Um bom exemplo nesse sentido é o duplex AISI 2205, resultado da união entre os aços inoxidáveis austeníticos e ferríticos, que combina as melhores características dessas ligas, como a resistência mecânica e a imunidade à corrosão sob tensão. Além disso, a adição de nitrogênio contribui para elevar sua resistência à corrosão na Zona Termicamente Afetada (ZTA).

Uma das indicações do duplex é para a indústria sucroalcooleira. O mesmo inoxidável é indicado para os biodigestores, grandes silos onde ocorre a obtenção do biogás obtido a partir da vinhaça, um dos subprodutos desse setor. Além de altamente resistente à ação corrosiva dos gases gerados nesse processo, o duplex AISI 2205 adiciona às plantas de biogás outra vantagem: a possibilidade de utilizar equipamentos com paredes mais finas, mais leves portanto, gerando ganhos em seu processo de instalação e manutenção. Esse benefício adicional decorre da superioridade das propriedades mecânicas dos aços inoxidáveis duplex na comparação com outros materiais.

Para se ter uma ideia, um tanque de 10m de altura e 32m de diâmetro, fabricado em inox, pesa cerca de 25% menos na comparação com a mesma estrutura produzida em aço carbono – o valor se refere ao total do consumo de aço e pode variar de acordo com o projeto. Além disso, o duplex não demanda tratamentos ou revestimentos especiais.

3.3. Mudanças decorrentes do comportamento do consumidor

O especificador deve estar atento aos estudos que tratam das megatendências de consumo, publicados periodicamente por diversos organismos de pesquisas. Esses trabalhos são resultado de um esforço multidisciplinar, feito por pesquisadores de diversas correntes de pensamento: demógrafos, sociólogos, cientistas da informação e da tecnologia, médicos, engenheiros, comunicólogos...

As megatendências não são uma ciência exata, mas apontam probabilidades para o futuro e apoiam metodologias para tomada de decisão. Ao prestar atenção no que dizem as megatendências, o especificador tem a chance de escolher matérias-primas que venham ao encontro do comportamento do consumidor num futuro próximo.

Tendência: vida saudável

As megatendências indicam, por exemplo, uma tendência de envelhecimento da população mundial. Apesar das desigualdades persistirem, viveremos mais, em um mundo mais próspero, em que a busca pelo bem-estar vai ser um dos motores da economia.

Neste cenário, para termos uma ideia do impacto que o consumidor pode causar no mercado, basta verificar o desempenho dos alimentos orgânicos, por exemplo. Cultivados sem agrotóxicos e provenientes de sistemas agrícolas baseados em processos sustentáveis, são um mercado em expansão.

Tendência: racionalização de recursos

Na fabricação do açúcar orgânico (e nas usinas que optam pela cogeração 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.

A mecanização crescente da colheita de cana tem aberto a porta para materiais com elevada resistência



à abrasão úmida. Atenta a essa oportunidade, a Aperam desenvolveu o aço 410, um material que combina as melhores propriedades mecânicas dos aços inoxidáveis com um custo competitivo, resultante da menor adição de elementos de liga.

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 à abrasão. Testes práticos demonstraram que em abrasão úmida seu desempenho é cerca de 30% superior aos aços baixo carbono comumente empregados na indústria sucroalcooleira. O crescimento da importância do aço 410 nas usinas de açúcar é um exemplo claro de como o comportamento do consumidor pode influir em toda cadeia de suprimentos.

Tendência: racionalização de recursos

Em 2001, quando o Brasil adotou o racionamento de energia elétrica como medida para evitar o “apagão”, a Aperam registrou uma queda no consumo dos aços elétricos de grão orientado, usado em transformadores de potência e distribuição de energia elétrica. No mesmo período, porém, houve um impulso na especificação dos aços elétricos grão não orientado, materiais que permitem a fabricação de equipamentos elétricos mais eficientes pois apresentam perdas magnéticas menores. Naquele momento, os consumidores passaram a prestar atenção nas etiquetas que informam o consumo de energia elétrica antes de adquirir um eletrodoméstico.

3.4. Mudanças por força de lei



As principais características das mudanças por força de lei é que são quase sempre irreversíveis e têm data certa para acontecer. Nas últimas décadas tem aumentado o número de regulamentações voltadas para a conservação do meio ambiente, seja para o controle da emissão de poluentes pela indústria automotiva, pela restrição de uso de matérias-primas prejudiciais à saúde, como o amianto, para a redução do consumo de itens descartáveis feitos de plástico, como é o caso dos canudinhos, cujo uso já está proibido em algumas das principais cidades brasileiras (dados de março de 2020), como Rio de Janeiro e São Paulo, Ilhabela (SP), Camboriú (SC), Rio Grande (RS), o Distrito Federal, e nos estados do Maranhão e do Rio Grande do Norte.

Indústria automotiva



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 se tornando progressivamente 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 e inutilizando o catalisador, uma cara colmeia cerâmica impregnada com produtos químicos.

A seleção de aços inoxidáveis para os tubos e componentes dos sistemas de exaustão de veículos elevou a vida útil dos catalisadores, uma vez que não liberam resíduos que possam ser prejudiciais às colmeias. A mudança, que teve seu lugar por força de lei, foi tão representativa que motivou a Aperam a desenvolver três novos aços inoxidáveis para a aplicação neste segmento de mercado.

Substituição de matéria-prima

Mudanças na legislação podem ter impactos diretos ou indiretos sobre a especificação de matéria-prima. Diretamente é o caso, por exemplo, da proibição do uso do asbesto (amianto) em alguns estados, devido ao risco de doenças ocupacionais.

A legislação também pode ter impactos indiretos no uso das matérias-primas, como no caso dos produtos cromados e niquelados, cuja produção gera resíduos sólidos ricos em metais pesados. A solução provisória adotada por essas indústrias foi o armazenamento dos resíduos em depósitos controlados. A solução permanente foi passar a utilizar o aço inox para a produção dessas peças, dispensando o tratamento de efluentes e promovendo, como benefício adicional, a diminuição dos prazos de fabricação.





Etapas da especificação

Um especificador passa por seis estágios até decidir a utilização de um novo material, 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 de superioridade no novo produto em relação aos anteriormente disponíveis. Ela tem relação ainda com os valores e experiências culturais dos especificadores, com o grau de dificuldade em entender ou usar o novo produto, pela possibilidade de experimentá-lo ou testá-lo e pela possibilidade de observar o quanto essa mudança pode ser efetiva.

Casos práticos de especificação de aços inox



Linha Branca



Aplicações: mesa de fogão, porta de geladeira, cesto de máquina de lavar e microondas

Requisitos Exigidos: nos fogões exige-se na maioria das vezes, em mesas mais profundas, aços inoxidáveis com maior estampabilidade como o 430DDQ (Deep Drawing Quality) ou o 439, que são diferenciados em termos de propriedades mecânicas com altos valores de alongamento. Nas portas de geladeira além da exigência do brilho do aço inoxidável, outra característica importante são os diferenciados acabamentos como: lixado e rolled on, geralmente aplicados sobre o aço inoxidável 430.

Especificação:

Mesa de fogão - **430DDQ e 439** - para estampagem de mesas mais profundas, **430** para estampagem mais rasas, nos acabamentos lixado, 2B e rolled on;

Porta de geladeira - **430 e 430DDQ** nos acabamentos lixado, satin finish e rolled on;

Cesto de máquina de lavar - **430** no acabamento 2B;

Microondas - **430, 430DDQ e 439** nos acabamentos lixado e rolled on.

Importante: no caso de aplicações como porta de geladeira, devido à exigência do mercado brasileiro, aplica-se na superfície do aço inoxidável uma camada de verniz com função anti marca de dedo (anti-fingerprint).

Hospitalar

Aplicações: instrumental cirúrgico e utensílios hospitalares (bisturis, pinças, cubas, etc).

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



Especificação: inox 304. Devido à sua elevada resistência à corrosão, suporta limpezas frequentes e é inerte ao contato com sangue. A superfície extremamente lisa dos acabamentos laminados a frio confere 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), podem 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 à descrita no item referente à cutelaria.

Indústria de Alimentos e Bebidas



Aplicações: 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 cavidades que possam reter sujeira e bactérias, boa soldabilidade, capacidade de trocar calor.

Especificação: 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, não modifica o paladar, aroma ou coloração dos produtos a serem processados ou armazenados. 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 em temperaturas abaixo de zero, sendo também indicados para fabricação de tanques criogênicos, com temperatura menores do que 100 °C negativos.

Importante: se o produto a ser processado e armazenado for o 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.

Cutelaria



Aplicações: facas domésticas e profissionais.

Requisitos Exigidos: Alta dureza, resistência à corrosão no processo de limpeza manual ou automática (lavadora de louça).

Especificação: existem duas possibilidades de especificação para facas: aço inoxidável **301** encruado (endurecido por laminação a frio) ou inox **420** ou DIN 1.4116 (498 Aperam), material temperável. O **301** encruado já vem na 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 1.4116 são fornecidos com dureza baixa e somente após fabricação da lâmina (exceto a afiação) recebem o tratamento térmico que irá elevar sua dureza. A diferença entre os dois materiais é que o 1.4116 apresenta dureza superior ao **420** após têmpera e possui resistência à corrosão superior.

Pias e Cubas

Aplicações: pias para uso residencial.

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

Especificação: 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 e pias com profundidades menores do que quando se emprega inox 304. Possui resistência à corrosão inferior à do inox 304, mas é mais barato e possui um brilho natural que ajuda no acabamento final do produto

304: origina cubas e pias com profundidades maiores do que o inox 430. Tem resistência à corrosão mais elevada, mas por ser um aço com superfície mais fosca, requer 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 à corrosão similar a dos 304 comuns.

Relaminação



Aplicações: mola para cinto de segurança retrátil.

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

Especificação: 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.

Um centro de pesquisas a serviço de nossos clientes

O **Centro de Pesquisas da Aperam** reforça a capacidade da Empresa em fornecer o apoio necessário para atender às demandas do mercado. Está sempre à disposição dos clientes para desenvolver novos produtos e aplicações, simular processos produtivos e avaliar o comportamento dos aços, suas propriedades mecânicas, magnéticas, superficiais e de resistência à corrosão. Referência no setor siderúrgico por sua estrutura de ponta e sua equipe de especialistas de classe mundial, o Centro de Pesquisas da Aperam está de prontidão para atender às suas expectativas e oferecer uma solução em aço inoxidável sob medida para cada necessidade da sua empresa.



Conheça o Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da Aperam



Material de apoio

1. Biblioteca Técnica Aperam
2. Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos Martin Christopher Ed Pioneira
3. Marketing M. Etzel, B.Walker e W Stanton Ed Makron Books
4. Customer Behavior J. Sheth, B. Mittal e B Newman Ed Dryden
5. Organizational Theory Gareth Jones Ed Prentice Hall







aperam