

# 5

# Estratégia de Tecnologia de Processo

## Introdução

A tecnologia tem um impacto profundo sobre todas as operações. Contudo, apesar da ampla aceitação da sua importância, a análise estratégica frequentemente a trata como uma “caixa preta” que serve somente para especialistas técnicos. Entretanto, todas as operações precisam compreender as dimensões analíticas para identificar as características técnicas, gerenciais e de “estratégia de operações” da tecnologia (Figura 5.1). Esse é um pré-requisito essencial para decidir “quais” opções tecnológicas explorar. Elas precisam esclarecer exatamente “por que” os investimentos na tecnologia de processo podem gerar vantagem estratégica e explorar “como” os gerentes podem fazer esses investimentos funcionarem na prática; isto é, como eles podem assegurar que os seus investimentos são implementados sem perder o potencial da tecnologia de processo? Os riscos associados com a implementação são particularmente importantes, dado o número de falhas de grande importância e as reclamações de perdas que parecem estar intimamente ligados com tais investimentos.

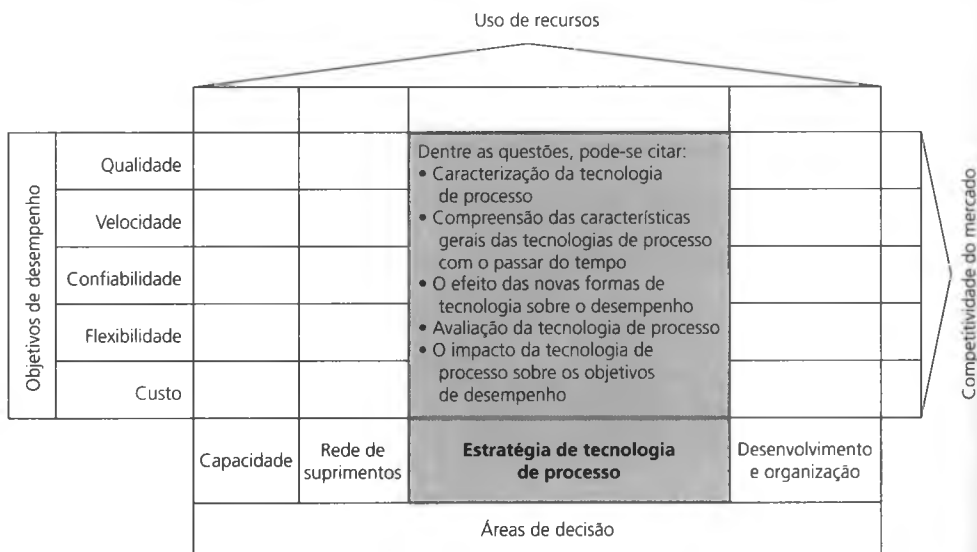


Figura 5.1 Este capítulo olha para a estratégia de tecnologia de processo.

## QUESTÕES IMPORTANTES

- O que é a estratégia de tecnologia de “processo”?
- Quais são as dimensões adequadas para a caracterização da tecnologia de processo?
- Como o volume e a variedade de mercado influenciam a tecnologia de processo?
- Como a tecnologia de processo pode ser avaliada estrategicamente?

## O que é a estratégia de tecnologia de processo?

Embora a palavra “tecnologia” seja freqüentemente usada nas conversas gerenciais, o que significa esse termo realmente? Nós empregamos uma definição genérica para tecnologia, similar àquela usada como um slogan corporativo pelo fabricante de eletrodomésticos Zanussi. Em suas propagandas, a Zanussi fala sobre os seus produtos como o resultado da *aplicação da ciência*. Nesse capítulo, examinaremos como as tecnologias de processo agregam valor na criação de produtos e serviços. Portanto, combinando o slogan da Zanussi com a nossa visão de processo acerca da transformação de operações, podemos dizer que a *tecnologia de processo é a aplicação da ciência em qualquer processo de operações*. Observe “processo” nessa definição. Neste capítulo, focaremos a tecnologia de *processo* como diferente da tecnologia de *produto ou serviço*. Em operações de fabricação, é relativamente simples separar os dois. Por exemplo, a tecnologia (de produto) de um computador está incorporada em seu hardware e software. Mas a tecnologia de processo que fabricou o computador é a tecnologia que montou todos os diferentes componentes. Em operações de serviço, pode ser muito mais difícil diferenciar a tecnologia de processo da tecnologia de produto/serviço. Por exemplo, os parques temáticos como a Disney World usam tecnologias de simulação de vôo em alguns de seus passeios. São salas grandes montadas sobre uma plataforma hidráulica móvel que, quando combinada com a projeção da tela, dão a impressão realista de um vôo no espaço. Mas isso é a tecnologia de processo ou de produto/serviço? Ela claramente processa os clientes da Disney, contudo, a tecnologia também é parte do produto – a impressão dos clientes. As tecnologias de produto/serviço e de processo são, na verdade, a mesma coisa.

### A tecnologia de processo direta ou indireta

Um equívoco comum é que o termo “tecnologia de processo” descreve somente a tecnologia que atua diretamente sobre as entradas de recursos nas suas operações. Contudo, a fabricação e as operações de serviço estão cada vez mais dependentes de formas menos “diretas” de tecnologia. As tecnologias da infra-estrutura e da informação, que ajudam a controlar e coordenar os processos diretos, estão tendo um maior impacto sobre as operações. Em serviços de massa como o varejo, os sistemas de controle de estoque conectam as necessidades específicas do cliente às complexas cadeias de suprimentos. Os sistemas de definição de preço

e planejamento de resultados fornecem às linhas aéreas a pedra fundamental de suas estratégias competitivas. Muitas empresas de serviço profissional (consultorias, contadores, engenheiros, etc.) utilizam bancos de dados a fim de reter conhecimento e experiência. Mas a diferença entre a tecnologia de processo direta e a indireta nem sempre é clara. Por exemplo, as competências funcionais “diretas” do sistema de TI de uma seguradora definirão os tipos de produtos que a empresa pode oferecer. Contudo, a competência “indireta” do mesmo sistema de TI para prever a demanda, programar a equipe do centro de atendimento para satisfazer a demanda e dar detalhes do faturamento terá a mesma importância.

### Processamento dos materiais, das informações e dos clientes

No Capítulo 1, fizemos distinção entre as operações que processavam predominantemente os materiais, a informação ou os clientes. As tecnologias de processo podem ser classificadas da mesma forma. A Tabela 5.1 mostra algumas tecnologias de processo existentes para cada tipo. Observe que algumas dessas tecnologias podem ter elementos secundários, porém importantes, em outras categorias. Por exemplo, muitas tecnologias de processamento de materiais usadas na fabricação, podem também estar processando informações relacionadas com as dimensões físicas, ou alguma outra propriedade, do que está sendo processado. Uma máquina, enquanto processa os materiais, também pode decidir se as ferramentas precisam ser trocadas, se diminui a taxa de processamento por causa do aumento da temperatura, observando as pequenas variações nas dimensões físicas para marcar nos gráficos de controle de processo, e assim por diante. Na verdade, um aspecto importante da competência da tecnologia é a integração do processamento dos materiais e da informação. Da mesma forma, as tecnologias baseadas na internet usadas em tempo real pelos varejistas podem estar manuseando informação específica do pedido, mas também estão integrando essa informação com as características de seus pedidos anteriores, a fim de sugerir compras adicionais. Às vezes, as tecnologias integram os três tipos. Os sistemas usados no portão de embarque dos aeroportos estão inte-

**Tabela 5.1** Algumas tecnologias de processo classificadas por suas entradas principais

<i>Tecnologias de processamento dos materiais</i>	<i>Tecnologias de processamento da informação</i>	<i>Tecnologias de processamento do cliente</i>
Sistemas flexíveis de manufatura (FMS – <i>flexible manufacturing systems</i> )	Máquinas óticas de reconhecimento de caracteres	Equipamento cirúrgico
Máquinas de tecelagem	Sistemas de informação gerencial	Máquinas de ordenamento
Fornos de assar	Sistemas de posicionamento global	Equipamento de diagnóstico médico
Máquinas de venda automática	Dispositivos de busca na internet	Ecografias
Equipamento de manuseio de contêineres	Sistemas de informação financeira <i>online</i>	Aeronave
Caminhões	Tecnologias de telecomunicação	Sistemas de transporte rápido em massa (MRT – <i>mass rapid transport</i> )
Veículos automáticos (AGVs – <i>automated guided vehicles</i> )	Sistemas de estocagem de arquivos	Sistemas de diálise renal
Instalações automáticas de armazenagem		Projeção de cinema digital
Depósitos de baixa temperatura		Jogos de computador
		Passeios em parques temáticos

grando o processamento dos passageiros da companhia aérea (os clientes), detalhes de seus vôos, o destino e a preferência de assento (a informação), e a quantidade e a natureza de seus itens de bagagem (os materiais).

## A estratégia de tecnologia de processo

Definimos a estratégia de tecnologia de processo como “o conjunto de decisões que define o papel estratégico que a tecnologia de processo direta e indireta pode representar na estratégia global de operações da organização e descreve as características gerais que ajudam a avaliar as tecnologias alternativas”.

Os gerentes de operações não tem como evitar o envolvimento com as tecnologias de processo. Eles trabalham com elas diariamente e também deveriam ser capazes de estipular como as tecnologias podem melhorar a eficácia operacional. Outras áreas funcionais, é claro, também serão envolvidas; Engenharia/Técnica, Contabilidade e Recursos Humanos. Contudo, é a função de operações que deve agir como “empresário” para as outras áreas funcionais e que, provavelmente, assumirá a responsabilidade pela implementação delas. E para desempenhar o seu “papel de empresário”, operações deveria ter uma compreensão da natureza técnica das tecnologias de processo. Isso não significa necessariamente que os gerentes de operações precisam ser especialistas em engenharia, informática, biologia, eletrônica ou qualquer outra especialidade que seja a ciência essencial por trás da tecnologia, mas eles precisam conhecer o suficiente sobre a tecnologia para estarem confortáveis na avaliação da informação técnica e serem capazes de fazer perguntas relevantes para os especialistas técnicos. Esses questionamentos são:

- O que a tecnologia faz diferente de outras tecnologias similares?
- Como ela faz isso?
- O que a restrição faz na operação ao usar a tecnologia?
- Quais habilidades serão necessárias para a equipe de operações a fim de instalar, operar e manter a tecnologia?
- Que capacidade tem cada unidade de tecnologia?
- Qual é o tempo de vida útil esperado da tecnologia?

## A tecnologia de processo deveria espelhar o volume e a variedade

Embora as tecnologias de processo variem entre tipos diferentes de operação, existem algumas características subjacentes que podem ser usadas para diferenciá-las. Essas características estão fortemente relacionadas com o volume e a variedade, com as diferentes tecnologias de processo adequadas para as diferentes partes do espectro volume-variedade. Os processos de baixo volume-alta variedade geralmente requerem tecnologia de processo *generalista*, porque ela pode desempenhar uma ampla gama de atividades de processamento que demandam alta variedade. Os processos de baixa variedade = alto volume podem usar uma tecnologia *dedicada* à sua variedade mais estreita de necessidades de processamento. Dentro do espectro que vai das tecnologias de processo *generalistas* para as tecnologias de processo *dedicado*, três dimensões em particular tendem a variar com o volume e a variedade. A primeira é a extensão na qual a tecnologia de processo executa atividades ou toma as decisões por si mesma, isto é, o seu grau de “automação”. A segunda é a capacidade da tecnologia de processar o trabalho, isto é, sua “escala” ou “ca-

pacidade de escala". A terceira é a extensão na qual ela está integrada com outras tecnologias, isto é, seu grau de "conexão" ou "conectividade". Nós olharemos cada uma dessas características.

## Escala/capacidade de escala – a capacidade de cada unidade de tecnologia

A escala é uma questão importante em quase todas as tecnologias de processo e está intimamente relacionada com a discussão do Capítulo 3, que trata da estratégia de capacidade. Aqui, estudamos a "capacidade" para saber como as unidades individuais de tecnologia de processo vão compor a capacidade total de uma operação. Por exemplo, considere uma companhia aérea regional pequena servindo apenas uma rota principal entre duas cidades. Ela tem uma capacidade total de 2.000 assentos por dia em cada sentido nessa rota. Essa capacidade é "definida" por suas duas aeronaves de 200 assentos que fazem cinco viagens de ida e volta por dia entre as duas cidades. Um plano alternativo seria substituir as suas duas aeronaves idênticas de 200 assentos por uma de 250 assentos e outra de 150 assentos, o que daria para a empresa mais flexibilidade para atender os níveis variáveis de demanda durante todo o dia. Isso também poderia dar mais opções de segmentação de suas aeronaves, se ela assumisse uma outra rota e se comprasse uma aeronave adicional. É claro, os custos serão afetados pelo *mix* de aeronaves da empresa. Geralmente, na sua utilização total, a maior aeronave oferece desempenho de custo por passageiro superior  $\times$  quilômetros ao da aeronave menor. O ponto importante aqui é que, adotando unidades de tecnologia de processo (aeronave) com características de escala diferentes, a linha aérea poderia afetar significativamente o desempenho da operação. A Figura 5.2 mostra alguns dos fatores que influenciam a escala da tecnologia de processo, com as seguintes considerações.

*Qual é o custo de capital da tecnologia?* Falando genericamente, quanto maior a unidade de tecnologia, maior é o seu custo de capital, mas menor é o seu custo de capital por unidade de capacidade. Da mesma forma, os custos de instalação e suporte à tecnologia provavelmente são mais baixos por unidade de produção. Também, os custos de operação (ao contrário do capital) por unidade são normalmente mais baixos em máquinas maiores, sendo os custos fixos de operação da planta distribuídos em um volume maior.

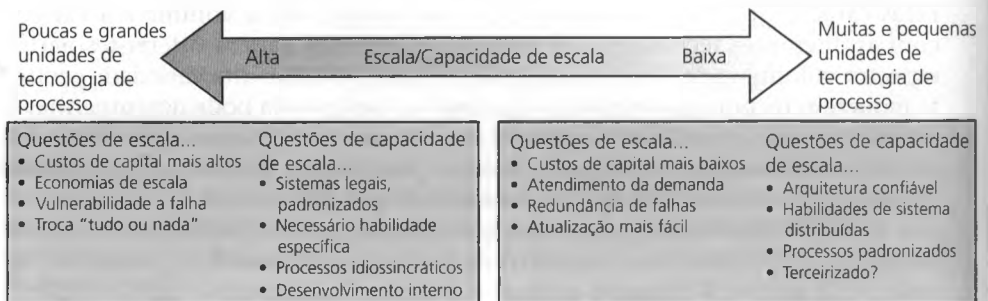


Figura 5.2 A escala e a capacidade de escala são características importantes da tecnologia.

*A tecnologia de processo pode atender à demanda com o passar do tempo?* Como discutido no Capítulo 3, existe uma compensação tradicional entre grandes incrementos de capacidade explorando economias de escala, mas resultando potencialmente em um descompasso entre a capacidade e a demanda, e menores incrementos de capacidade com uma combinação mais próxima entre a capacidade e a demanda, mas menos economias de escala. O mesmo argumento se aplica claramente às unidades de tecnologia de processo que compõem aquela capacidade. Também, maiores incrementos de capacidade (e, portanto, grandes unidades de tecnologia de processo) são difíceis de distribuir se a demanda é incerta ou dinâmica. Pequenas unidades de tecnologia de processo com os mesmos custos de processamento ou similares aos maiores equipamentos reduziram os riscos potenciais de se investir na tecnologia de processo. Essa é a razão pela qual tecnologias eficientes, mas de menor escala, estão sendo desenvolvidas em muitos setores. Mesmo em setores em que há a crença de que a grande escala é econômica (por exemplo, produção de aço e eletricidade), as operações menores e mais flexíveis estão cada vez mais entre as mais lucrativas.

*Qual é a vulnerabilidade da operação?* Construir uma operação em torno de uma única máquina grande apresenta uma maior exposição ao risco de falha. Suponha que a escolha esteja entre a preparação de uma operação de classificação de correspondência com dez máquinas menores ou com uma muito grande. Se existe uma única falha, então a operação com as dez máquinas é mais robusta, visto que 90% da correspondência ainda poderia ser classificada. Na operação com a máquina de grande escala, nenhuma correspondência poderia ser classificada.

*Que escopo existe para a exploração do desenvolvimento de novas tecnologias?* Muitas formas de tecnologia de processo estão avançando a uma taxa rápida. Isso representa uma ameaça à vida útil de grandes unidades de tecnologia. Se uma operação compromete um investimento substancial em somente alguns equipamentos grandes, ela troca esses equipamentos raramente e as oportunidades de testar novas idéias são um tanto limitadas. Ter uma variedade mais ampla de opções tecnológicas diferentes (embora cada uma com uma escala menor) tornaria mais fácil tirar vantagem dos novos desenvolvimentos – contanto que as operações possam lidar com as inconsistências potenciais.

### **De “escala” para “capacidade de escala”**

As tecnologias de processamento da informação são uma importante exceção em algumas das questões discutidas acima. A informação é transmitida com muito mais facilidade entre as unidades de tecnologia do que os materiais ou os clientes. A tecnologia da informação também tem a competência de superar as ligações tradicionais entre o volume e a variedade. Esses fatores implicam que os processos de tecnologia da informação podem estar ligados facilmente para combinar a sua capacidade total de processamento. Por causa disso, em muitas novas tecnologias, os desafios da capacidade dinâmica estão menos relacionados com a escala absoluta e mais com a capacidade de escala. Por capacidade de escala queremos dizer a habilidade de mudar rapidamente para um diferente nível de capacidade útil, a um custo eficaz e com flexibilidade. Contudo, um dos desafios-chave para a tecnologia de processamento da informação ainda é julgar quanta capacidade de computação é necessária. Principalmente, se a tecnologia de processo tem contato direto com o consumidor

e está num mercado dinâmico (tal como o comércio eletrônico) onde a incerteza da demanda e a variabilidade são comuns. Como muitos negócios ao consumidor, os negócios baseados na internet descobriram que pouca capacidade significa que a tecnologia (o servidor do website, etc.) pode rapidamente ficar sobrecarregada e levar a um grau de insatisfação dos clientes. (Vale a pena refletir nesse ponto sobre a sua própria experiência de tentar se conectar e usar um website muito ocupado.) Reciprocamente, muita tecnologia significa capital investido em excesso para servir a poucos clientes. Há diversos direcionadores críticos de sustentação da capacidade de escala que também estão na Figura 5.2.

*A arquitetura do sistema.* A atualização da funcionalidade de um sistema de TI (o que ele pode fazer) é normalmente um problema de evolução em vez de revolução. Visto que tal tecnologia muda rapidamente, ela está frequentemente sendo atualizada. Às vezes, sistemas totalmente separados e conectados somente em parte são instalados junto aos já existentes. Assim, por causa da atualização, alguns sistemas ficam com a arquitetura do sistema remendada e inconsistente, o que não significa que eles sejam em si ineficientes. Entretanto, isso torna difícil aumentá-los porque eles não se ajustam convenientemente com as outras unidades de tecnologia. Assim, a consistência e a estabilidade subjacente da arquitetura de uma plataforma de TI é um determinante importante de sua capacidade de escala. Também, uma plataforma mais estável frequentemente terá uma equipe de suporte que desenvolveu um conhecimento mais profundo.

*Padronização do processo subjacente.* Os processos padronizados frequentemente estão ligados a arquiteturas de sistema estáveis. Se a TI é estável, uma das razões possíveis para a mudança de um processo é descartada. Por outro lado, os processos que foram adaptados para atender às mudanças de sistema com o passar do tempo, podem se tornar muito peculiares. Assim, uma combinação de processos que se desenvolveram independentemente um do outro e os sistemas “herdados” de TI (desatualizados, mas caros para serem substituídos) podem tornar difícil a alteração dessas operações. Isso ocorre em parte por que muitas organizações adotaram sistemas de gerenciamento do processo de negócio interno já existentes, como o Planejamento de Recursos Empresariais (ERP – *enterprise resource planning*). Certamente, muitos que adotaram os sistemas de ERP escolheram mudar seus processos de negócio para atender à TI em vez do oposto.

## **Grau de automação/“conteúdo analítico” – o que cada unidade de tecnologia pode fazer?**

- ✕ Nenhuma tecnologia (até agora) opera contínua, total e completamente isolada, sem necessitar de um grau de intervenção humana. O grau de intervenção humana varia de quase contínua (o controle do motorista sobre um ônibus) até o muito ocasional (o controle de um engenheiro em uma planta farmacêutica automatizada). Esse equilíbrio relativo entre o esforço humano e o tecnológico é normalmente chamado de intensidade de capital ou grau de automação da tecnologia. As aplicações iniciais de automação para os processos de transformação de material desenvolveram-se em torno de tarefas repetidas regularmente e relativamente simples, porque a tecnologia é “mais burra” do que os humanos; ela não consegue ser igual às pessoas em tarefas muito delicadas ou naquelas que requerem processos racionais complexos (e

especialmente intuitivos). Mas a baixa automação freqüentemente significa custos diretos mais altos, uma necessidade de habilidades de controle e de criatividade humana. Porém, a tecnologia de automação pode repetir tarefas infinitamente e é capaz de repeti-las com exatidão, velocidade e força. A Figura 5.3 exemplifica alguns desses fatores.

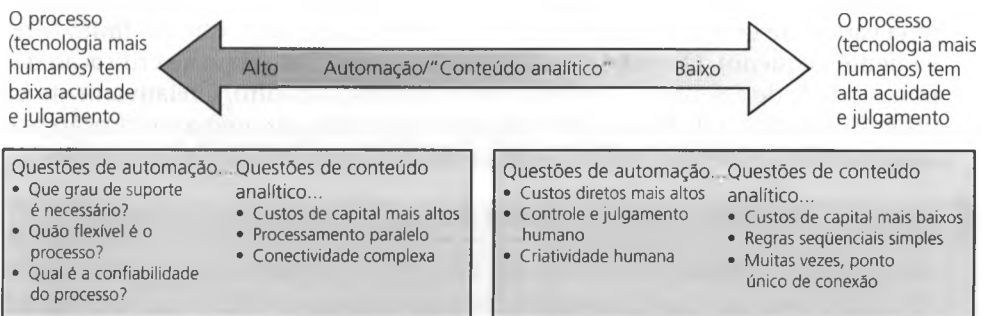
*Que grau de suporte é necessário?* Em muitos casos, não há economias globais associadas à automação, especialmente se um sistema complexo requer manutenção regular e cara. É comum que uma mudança em direção a uma maior intensidade de capital precise do emprego de mais engenheiros, programadores, etc. (diretamente ou através de contrato) que normalmente têm um custo muito mais alto do que a mão-de-obra direta que foi substituída.

*Qual é a flexibilidade do processo?* Se as necessidades do cliente se alteram, quão facilmente se mudará a tecnologia? Ela consegue lidar com as possibilidades de um novo produto ou as mudanças de volume maior? As tecnologias de mão-de-obra intensiva normalmente podem ser modificadas mais prontamente controlando-as de uma forma diferente. As tecnologias de capital intensivo podem ter rigidez projetada.

*Qual é a confiabilidade do processo?* Embora a tecnologia altamente automatizada possa requerer menos pessoas e ter maior competência, ela pode ser menos robusta do que uma tecnologia básica menos frágil do que os humanos. Fazer mudanças na tecnologia pode ser mais demorado e mais difícil, mudanças sutis nos recursos de entrada podem ter um impacto maior, e assim por diante. A tecnologia experimentada e testada parece oferecer poucos benefícios diferenciados, mas freqüentemente ela é mais robusta.

### Da "automação" para o "conteúdo analítico"

Novamente, as tecnologias de processamento da informação são, até certo ponto, uma exceção. Mesmo quando se considera a automação das formas mais sofisticadas de tecnologia de processamento do cliente e do material, normalmente há uma escolha estratégica subjacente a ser feita sobre o equilíbrio entre as pessoas e a tecnologia. A escolha freqüentemente está entre a ênfase na força, na velocidade e nas habilidades físicas gerais da automação e as habilidades flexíveis, intuitivas e analíticas dos seres humanos. Entretanto, um número crescente de processos de



**Figura 5.3** A automação e o "conteúdo analítico" são características importantes da tecnologia.



transformação da informação pura é totalmente automatizado (por exemplo, muita tecnologia de processamento no setor de serviços financeiros). Nós necessitamos de indicadores distintos para diferenciar as diversas tecnologias de processamento da informação que são 100% “automatizadas”, ou muito perto disso.

Considere a variedade de novas tecnologias baseadas na informação. Sistemas de tomada de decisão e de gerenciamento de dados sofisticados estão sendo utilizados para melhorar os processos existentes. Isto poderia incluir medidas automáticas adicionais e de controle de processo para a tecnologia de fabricação ou o uso de sistemas especialistas para auxiliar a autorização das transações financeiras. Por exemplo, a American Express tem o seu sistema “Assistente de Autorizador” para ajudar a autorizar as transações. Essa forma de automação é muito diferente daquela usada para ler os códigos de barras em uma loja de varejo. Ambos processam a informação, mas a primeira realiza uma complexidade muito maior de tarefas subjacentes. A dimensão característica da tecnologia que pode lidar com tarefas cada vez mais complexas é o grau de recurso analítico ou o conteúdo analítico que o sistema pode assumir em uma tarefa. Novamente, existem vários direcionadores diferentes que influenciam o conteúdo analítico da tecnologia (veja a Figura 5.3). Podemos citar a quantidade de processamento paralelo necessário e o nível de interação com o cliente.

*A quantidade de processamento paralelo necessário.* Uma das atrações operacionais real da TI é ela poder transformar as tarefas seqüenciais em tarefas que podem ser executadas paralelamente. Esse processamento paralelo poderia acontecer em um processo multinacional complexo, tal como aquele usado pela Ford para a sua plataforma de desenvolvimento de produtos globais, ou, mais simplesmente, em aplicações de “fluxo de trabalho” na TI para a compilação de uma política de segurança. Para fazer isso, sem uma estimativa exata das tarefas, a TI requer programação interna e protocolos de gerenciamento de dados que são naturalmente mais analíticos do que aqueles empregados em um processo seqüencial simples.

*O nível de interação com o cliente.* Quanto maior o grau de interação com o cliente, normalmente, maior a “riqueza” de informação que deve ser inserida, processada e produzida. Isso pode estar relacionado diretamente com a complexidade da tarefa subjacente com a qual a tecnologia tem de lidar. Embora o uso do teclado numérico de seu telefone para comprar ingressos de cinema com um cartão de crédito seja um serviço automatizado e interativo valioso, tal sistema é, na verdade, só uma máquina de venda virtual. O sistema tem um número de opções (exatamente como uma variedade limitada de salgadinhos em uma máquina de vendas) finito (e relativamente pequeno). O conteúdo analítico do sistema, tal como a verificação da disponibilidade de assentos e a verificação do cartão de crédito, é relativamente baixo (usando a analogia da máquina de vendas novamente, é como a verificação se uma bala específica acabou, e então a verificação de que as moedas estão corretas).

## **Grau de conexão/conectividade – qual é o grau de conexão?**

As tecnologias de processo estão cada vez mais conectadas. Muitas tecnologias de fabricação avançadas mais novas obtêm o seu custo competitivo e as suas vantagens da qualidade através da “conexão” ou integração de atividades que antes eram separadas. A conexão consiste de ligações físicas entre as partes do equipamento, por exemplo, um robô removendo uma peça de plástico de uma injetora e colocando-

a em uma ferramenta de máquina para acabamento, ou significa uma fusão das tarefas gerenciais iniciais de programar e de controlar essas máquinas com as suas atividades físicas formando um todo sincronizado. Muitos dos benefícios diretos associados com a conexão crescente repetem o descrito com respeito a automação e a escala (veja Figura 5.4). Por exemplo, a integração de processos separados envolve altos custos de capital; a conexão crescente diminui muito da fragmentação causada pela separação física ou organizacional (o que é chamado de “processamento direto” em serviços financeiros); a conexão mais próxima pode levar a um maior grau de sincronização e, desse modo, à redução do material em processo e dos custos; uma integração mais próxima pode aumentar a exposição (com efeitos positivos e negativos) se existir uma falha em algum estágio.

### Da “conexão” à “conectividade”

A conexão na tecnologia de processamento da informação, há um tempo atrás, significava elementos de processo fisicamente diferentes ligados por fios e, como resultado, era economicamente viável somente em volumes mais altos, e faltava flexibilidade para lidar com variedade muito alta. Entretanto, mais recentemente, o processamento da informação foi em direção à independência de plataforma, permitindo a comunicação entre os dispositivos de informática independente de sua especificação, e em direção a crescentes limites organizacionais. Por exemplo, os supermercados alteraram drasticamente a forma de gerenciar o seu processo de compras. Os sistemas de TI conectados dão para muitos fornecedores acesso a um portal de dados compartilhados que informa em tempo real as vendas dos produtos em todas as lojas. Tais sistemas habilitam as empresas fornecedoras a modificar os seus programas de produção a fim de atender a demanda de forma mais exata e com menos faltas. Aqui, a definição da característica tecnológica associada com a independência de plataforma não é a conexão no sentido clássico da integração, mas um maior grau de conectividade. Dois direcionadores-chave têm permitido à “conectividade” se desenvolver a uma taxa fenomenal (veja a Figura 5.4).

*Desenvolvimento do hardware.* Na década passada, os sistemas cliente/servidor foram vistos como o futuro da computação. Esses sistemas eram inicialmente considerados como uma substituição mais barata da tecnologia *mainframe*. Contudo, a sua vantagem real foi a habilidade de permitir a separação da interação do usuário, a aplicação e as fontes de dados, o que encorajou o desenvolvimento de tecnologia de interconexão, incluindo protocolos de software e tecnologia de conexão (tal como a melhoria da banda larga).

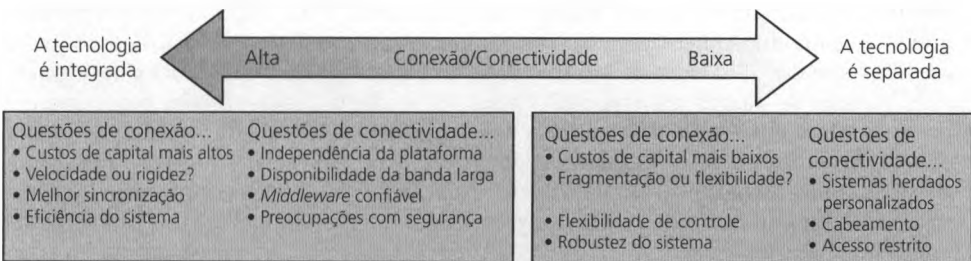


Figura 5.4 Conexão e conectividade são características importantes da tecnologia.

*Desenvolvimento do software.* Com certeza, a característica de diferenciação do desenvolvimento da World Wide Web foi a adoção de uma interação de navegação universal, o que expandiu consideravelmente o potencial para a conectividade. O protocolo conhecido como HTML (*HyperText Mark-up Language*) diz para um navegador da Web o leiaute e a funcionalidade de uma página da Web. Outros desenvolvimentos, como a linguagem de programação Java de plataforma, (uma linguagem orientada para o objeto desenvolvida pela Sun Microsystems) igualmente independente podem melhorar a interação do conteúdo e oferecer páginas da Web mais atrativas, mas também incluem uma maior interconectividade funcional.

As questões relacionadas à conectividade são similares àquelas relacionadas com a capacidade de escala e com o conteúdo analítico. Baixa conectividade normalmente está associada com sistemas de TI projetados peculiarmente, reservados e herdados. Frequentemente, tais sistemas vêm com oportunidades restritas para o acesso que é um pré-requisito para a conectividade. As tecnologias de alta conectividade, por outro lado, são normalmente baseadas na independência de plataforma discutida acima e têm a capacidade de banda-larga para habilitar comunicações ricas. Às vezes, entretanto, seu acesso fácil e muito aberto pode trazer preocupações de segurança. A tecnologia mais nova, embora ofereça maravilhosos níveis de conectividade, cria novas oportunidades para fraude, ataques de “serviço negado” e assim por diante.

### **Exemplo** Os computadores acabarão fazendo tudo?<sup>1</sup>

Quando o computador IBM “Deep Blue” venceu o campeão mundial de xadrez, Gary Kasparov, ele reforçou uma imagem que tinha se criado na cultura popular durante anos – que os computadores, finalmente, substituirão os seres humanos, ou de forma benigna a fim de tornar nossas vidas mais fácil, ou, mais preocupantemente, em uma luta exterminadora pelo domínio. Mesmo dentro do mundo comum dos negócios, existe uma suposição subjacente que os limites para os avanços na tecnologia de processo são governados pelo poder da informática, e que os limites do poder da informática são somente uma questão de tempo, dinheiro e esforço para serem vencidos. Além disso, a combinação do poder da informática puro e dos algoritmos inteligentes já domina muitos jogos, o suficiente para vencer os seres humanos. Mas os computadores não conseguem, e provavelmente nunca conseguirão executar certas tarefas. Alguns problemas são inerentemente não-computáveis. Pode ser provado matematicamente que algumas tarefas não podem ser resolvidas pelo computador, tais como descobrir se é possível cobrir um plano infinitamente grande com um dado conjunto de telhas diferentes. Isso não é porque os computadores não são poderosos o suficiente; é apenas a lógica do computador que não consegue realizar tais problemas. Uma outra classe de problemas que são um quebra-cabeça para os computadores são aqueles conhecidos como problemas “intratáveis”. Por exemplo, descobrir se há uma estratégia vencedora garantida para uma posição de xadrez arbitrária não pode ser resolvido, mesmo com processamento paralelo, em menos de muitos trilhões de anos. Outra categoria de tarefas que quebra a cabeça dos computadores são conhecidas como problemas “NP-complete”. Descobrir o caminho mais curto em torno de diversas cidades ou preparar um típico horário de escola são exemplos desse tipo de problema. Talvez os tipos de tarefa mais problemáticos sejam aqueles que requerem criatividade e/ou intuição. Embora os computadores possam trazer a disciplina muito necessária para tais problemas, eles ainda necessitam do

toque humano. De forma significativa, os computadores não conseguem manter uma conversa decente e, como clientes, nós ainda nos sentimos mais seguros lidando com seres humanos, ao menos em alguns momentos.

## A matriz produto-processo

As três dimensões de tecnologia estão fortemente relacionadas. Por exemplo, quanto maior a unidade de capacidade, mais provável é que haja capital em vez de trabalho intensivo; isso dá mais oportunidade para alta conexão entre as suas diversas partes. Reciprocamente, as tecnologias de pequena escala, combinadas com uma equipe altamente habilitada, tendem a ser mais flexíveis do que os sistemas de grande escala, o capital intensivo e a conexão próxima. Como resultado, esses sistemas podem lidar com um alto grau de variedade de produto ou de personalização do serviço (um exemplo disso são as empresas de “grife” de consultoria estratégica). Reciprocamente, onde a flexibilidade tem pouca importância (com produtos padronizados, de baixo custo, como os elementos de fixação industriais, ou um serviço de transação em massa, como a classificação de cartas), onde alcançar altos volumes confiáveis e baixos custos por unidade é crítico, esses sistemas inflexíveis mostram que são bons. Nas tecnologias ricas de TI, a capacidade de escala geralmente depende da conectividade (daí a ênfase na padronização da arquitetura dos sistemas e dos processos de operação subjacentes). A funcionalidade analítica que é tão central para a automação da tarefa complexa normalmente requer aplicações e fontes de dados diferentes, então, quanto maior a conectividade, maior o poder analítico, e assim por diante. Lembre-se, embora as três dimensões da tecnologia de processo realmente sigam juntas nesse caminho, elas nem sempre combinam perfeitamente.

Geralmente, as características da tecnologia de processo afetam o custo e a flexibilidade, como mostrado na Figura 5.5. Diversos autores também fizeram uma



Figura 5.5 As três dimensões da tecnologia de processo freqüentemente estão intrinsecamente ligadas.

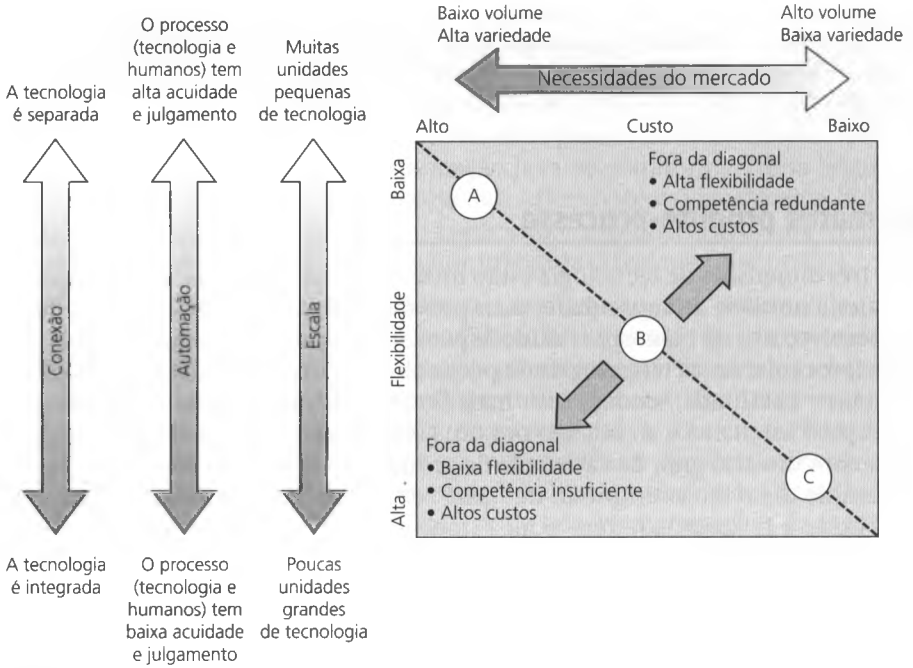


Figura 5.6 A matriz produto-processo e as dimensões da tecnologia.

ligação adicional com as necessidades de volume e a variedade do mercado. A lógica é algo assim: as empresas que servem a mercados de alto volume e, portanto, baixa variedade, normalmente têm uma posição competitiva que valoriza os preços baixos. Portanto, as operações de baixo custo são importantes, e as tecnologias de processo precisam ser grandes, automatizadas e integradas. Reciprocamente, as operações de baixo volume e alta variedade precisam da flexibilidade que vem com as tecnologias de pequena escala, imprecisamente conectadas, com uma intervenção humana significativa. Essa idéia está incorporada na matriz produto-processo, que foi descrita primeiramente pelos Professores Robert Hayes e Stephen Wheelwright (ambos da Harvard Business School). Embora eles a usassem para ligar as necessidades de volume e a variedade do mercado com o projeto do processo em geral, aqui nós a usamos para desenhar uma ligação entre o volume e a variedade, por um lado, e as três dimensões da tecnologia de processo, por outro lado. Veja a Figura 5.6. O relacionamento entre o volume/variedade e as dimensões da tecnologia de processo sugere que existe um ajuste na diagonal “natural” e que se desviar da “diagonal”, portanto, terá conseqüências previsíveis para a operação.

As operações à direita da diagonal têm mais competência para lidar com a variedade que é necessária. Tal competência excedente normalmente será associada com excesso de custos de operação. Da mesma forma, as operações à esquerda da diagonal têm flexibilidade insuficiente para lidar com a variedade requerida. Isso pode resultar em substanciais custos de oportunidade (sendo incapaz de atender aos pedidos de forma econômica), sem mencionar o impacto competitivo de se ter competência insuficiente. Lembre-se, contudo, que a matriz não pode prescrever a

tecnologia de processo “correta”. Ela pode, entretanto, dar uma idéia geral de como o perfil da tecnologia de processo de uma operação precisará ser adaptado conforme o contexto de seu mercado muda.

### Mover-se para baixo na diagonal

As operações mudarão a sua posição na matriz. Por exemplo, um sorvete fino “feito em casa”, vendendo poucos litros em uma loja de fazenda, poderia começar sendo fabricado na própria cozinha do fazendeiro, usando equipamentos domésticos (posição A na Figura 5.6). O crescimento nas vendas (e na legislação de segurança e saúde) exigiria investimentos em uma instalação de produção, embora, por causa das diferentes variedades, a unidade de produção ainda necessitasse de alguma flexibilidade (posição B na Figura 5.6). No final das contas, se a demanda projetada para alguns sabores e tamanhos alcançar os níveis de mercado de massa, investimentos maiores no processo do fluxo contínuo serão necessários (posição C na Figura 5.6). Da mesma forma, nesse estágio o produto poderia se tornar atrativo para um grande fabricante estabelecido porque o volume e a variedade da demanda combinariam com as suas instalações de produção integrada existentes.

A trajetória natural do movimento para “baixo” na matriz produto/processo pode ser observada em muitos contextos operacionais diferentes. Muitas empresas de serviço financeiro, por exemplo, têm conseguido obter maiores reduções em suas operações de fundos reduzindo a equipe administrativa e a do escritório e os níveis de custo através de investimento na tecnologia de processo de grande escala, integrada e automatizada. O exemplo “Processamento de cheques em um banco de varejo” ilustra isso.

#### Exemplo Processamento de cheques em um banco de varejo

Embora, em todo o setor de serviços financeiros, os volumes de transações em papel empregando *vouchers*, tais como cheques, estejam diminuindo em termos absolutos, os volumes totais permanecem substanciais. Como resultado, permanecem os custos substanciais associados com o processo de “compensação” (recebimento de transações em papel, verificação de dados, atualização de contas, transporte de papel para outras instituições financeiras). Durante os últimos 30 ou 40 anos, os bancos nos países mais desenvolvidos consolidaram-se e, portanto, se tornaram maiores. Ao mesmo tempo, eles têm tentado padronizar os produtos e os procedimentos dentro de suas próprias operações. Geralmente, isso tem levado a uma variedade mais baixa de atividades diferenciadas a serem executadas em volume mais alto ao longo da rede de operações de um banco, como ilustrado pelo movimento da posição 1 até a 2 na Figura 5.7. Anteriormente, toda filial tinha a sua própria tecnologia “*desktop*” de processamento de cheques e a equipe de atendimento ao cliente tinha de gastar uma parte do dia operando esse sistema. A execução de atividades idênticas de uma maneira fragmentada através de centenas ou milhares de operações separadas resultava em cada operação de fundos individual em cada filial operando bem abaixo dos níveis de capacidade econômica. Nos últimos 10 anos, muitos negócios bancários têm reconfigurado a sua tecnologia para usar um número pequeno de grandes centros de processamento de cheques automatizados com alto volume e linhas de processamen-

to integrado, onde a tecnologia de reconhecimento óptico de caracteres lê milhares de cheques por minuto e processa todos os dados necessários. Isso é mostrado na Figura 5.7 com o movimento de 2 para 3.

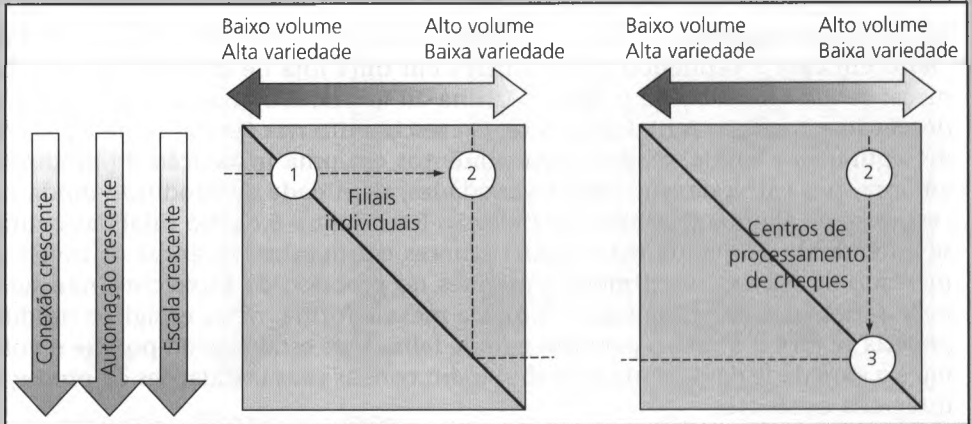


Figura 5.7 Movendo para baixo na diagonal da matriz produto-processo no banco de varejo.

## Mover-se na diagonal tem os seus desafios

Podemos usar o exemplo de como a tecnologia de processo do banco de varejo tem se desenvolvido no banco de varejo para ilustrar alguns pontos gerais sobre a mudança de posição das operações na matriz produto/processo:

- Uma filial tradicional lidava com aproximadamente toda a variedade (serviços, produtos, etc.) que o banco oferecia, mas também lidava com volumes relativamente pequenos. Enquanto a rede de filiais operava como uma série de unidades autônomas, portanto, a tecnologia de processo de pequena escala, de trabalho intensivo e *stand-alone* parecia ser totalmente adequada.
- Quando se começa a considerar a totalidade da rede de filiais, o nível absoluto de variedade não muda. Porém, o volume total é muito maior. Isso sugere que talvez existisse muita flexibilidade na rede como um todo e que existia um escopo substancial para a simplificação e o reprojeto que poderia explorar a tecnologia de maior escala (custo por unidade menor). De forma interessante, um dos desafios mais significativos associados com a transição para o estágio 3 na Figura 5.7 foi desenvolver os (atualmente críticos) sistemas de integração que permitiam volumes relativamente pequenos de cheques serem transportados da filial para o centro e novamente de volta para a filial.
- Depois de estabelecer as suas redes (normalmente superando diversas dificuldades de implementação de tecnologia inovadora), os Centros de Processamento de Cheques (VPC – *Voucher Processing Centres*), muitos bancos reduziram substancialmente os custos por unidade de transação associados com o processamento do *voucher*. Sabe-se que tais sistemas são menos flexíveis do que antes e mais vulneráveis a falhas (como discutido antes neste capítulo). Entretanto, sentiu-se que o risco era mais do que justificado pelas economias de custo.

- Mover-se para uma posição sobre a diagonal em direção à parte inferior da matriz frequentemente requer um maior grau de padronização e controle em operações associadas. Em bancos, por exemplo, enquanto o processamento do *voucher* era desempenhado nas filiais, a pequena variação no procedimento poderia ser tolerada, e mesmo os pequenos erros eram retificados de forma relativamente fácil. Quando os *vouchers* eram enviados para os VPCs regionais, os procedimentos da filial tinham de ser totalmente padronizados, e qualquer erro cometido pela filial poderia causar uma grande ruptura no ambiente de alto volume dos VPCs.
- Uma abordagem total da operação para gerenciar a sua tecnologia, junto com a sua cultura organizacional, normalmente terá de mudar conforme muda a posição de uma operação sobre a diagonal. Muitos bancos encontraram problemas inesperados quando abriram um espaço para grandes VPCs, por exemplo, o resultado de ter de lidar com uma nova tecnologia não-familiar. Muitos bancos tinham antecipado isso. O que eles não tinham antecipado era a mudança na abordagem gerencial que foi necessária. As pessoas que compuseram os novos VPCs frequentemente eram funcionários do banco há bastante tempo. Eles nunca tinham trabalhado antes em operações de alto volume. Tinham de aprender como ser “gerentes de produção” em vez de “gerentes de banco”. Alguns bancos de varejo chamaram a sua função de operações de “fabricação” para enfatizar esse ponto.

Nem sempre se pode mover de um ponto para o outro sobre a diagonal sem se mover para fora dela em algum ponto. Alguns bancos fazem o movimento para VPCs muito grandes em duas etapas. Primeiro, eles designam a responsabilidade pelo processamento do *voucher* da área para um número de filiais maiores. Cada dia, eles absorviam *vouchers* das 10 ou 15 maiores filiais dos arredores e agiam como um mini-VPC. Visto que eles ainda eram relativamente pequenos, eles poderiam lidar com alguma variação nos procedimentos de operação de suas filiais satélites. Infelizmente, quando foi feito o movimento para os VPCs de toda a região, essa tolerância de variedade nos procedimentos de operação da filial se mostrou problemática para a (atualmente inflexível) tecnologia até que todas as filiais pudessem começar a usar os procedimentos padronizados.

### **O mercado faz pressão sobre a compensação da flexibilidade/custo?**

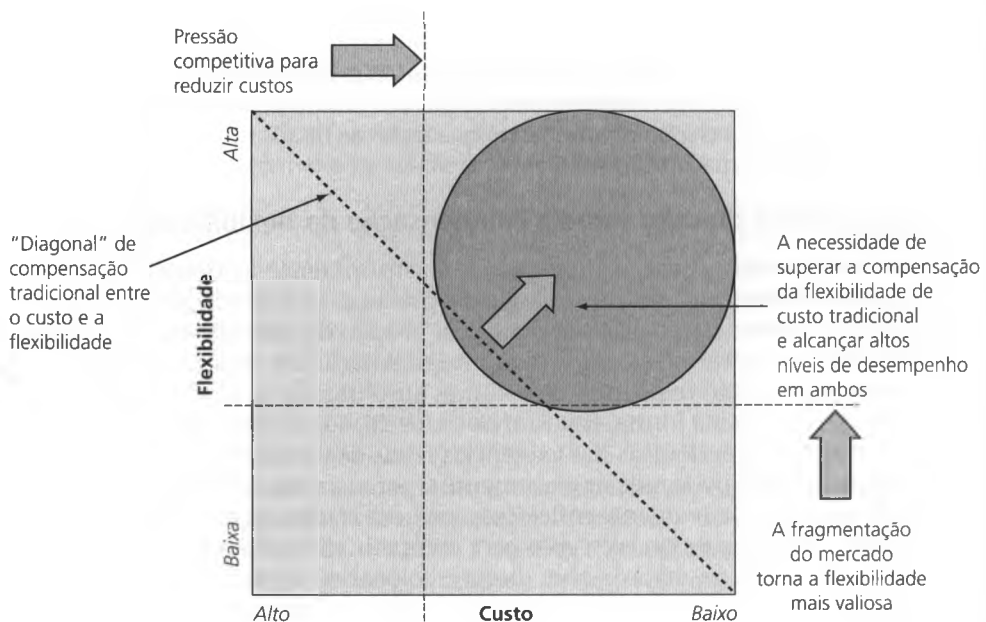
A tradicional compensação flexibilidade/custo inerente às dimensões de escala, automação e integração da tecnologia de processo (e a matriz produto-processo, também) é influenciada cada vez mais pela pressão de mercados mais desafiadores e exigentes. Em muitos setores, a maior fragmentação de mercado e a demanda da personalização estão reduzindo os volumes absolutos de qualquer tipo de produto ou serviço. Da mesma forma, encurtar os ciclos de vida do produto/serviço pode significar mudanças periódicas nas exigências feitas de uma operação e sua tecnologia de processo, o que pode reduzir gravemente o potencial de adoção das tecnologias de grande escala e relativamente inflexíveis, embora tradicionalmente de baixo custo. Contudo, existe a pressão crescente para competir em custo que está direcionando as reduções atuais na mão-de-obra direta e colocando ênfase crescente na automação. Na verdade, para muitos setores tradicionalmente de trabalho intensivo, como o setor bancário descrito antes, a ausência de investimento tecnológico suficiente (e a correspondente presença de “muita equipe”) tem um impacto significativo sobre



a confiança do analista e do acionista e, portanto, sobre o preço da ação. Ambas as pressões estão incidindo sobre as soluções da tecnologia de processo convencional (veja a Figura 5.8). É claro, esse desafio competitivo tem se mostrado demasiado para muitas operações, mas, interessantemente, muitas daquelas que sobreviveram e prosperaram não abandonaram a tecnologia em suas estratégias de operações. Ao contrário, muitas operações adotaram totalmente a tecnologia de processo, embora nas novas formas ricas da TI. Certamente, é cada vez mais difícil mensurar o impacto que a tecnologia da informação está tendo sobre a vida organizacional. Não existe quase nenhuma esfera de operações onde a tecnologia da computação, de uma forma ou de outra, não tenha tido um impacto substancial.

### Tendências da tecnologia de processo

Então, os mercados parecem estar exigindo da tecnologia de processo maior flexibilidade e menores custos simultaneamente. Para o modelo mental tradicional, que ilustramos na Figura 5.6, isso parece difícil, beirando o impossível. Contudo, lembre-se de nossa discussão sobre as compensações entre os objetivos de desempenho no Capítulo 2, onde vimos o desenvolvimento e a melhoria de operações (incluindo a tecnologia de processo) como sendo um processo de superação das compensações. Agora, nós devemos incluir os desenvolvimentos na tecnologia da informação, especialmente seu efeito de mudança nos equilíbrios e nas compensações tradicionais. Na verdade, nós argumentamos que a capacidade de escala emergente, o conteúdo analítico e as características de conectividade têm habilitado as tecnologias de processo a aumentar a flexibilidade, enquanto ainda mantêm a eficiência e vice-versa. Em outras palavras, essas tendências na tecnologia de processo estão tendo o efeito



**Figura 5.8** As pressões do mercado estão exigindo que as operações sejam flexíveis e de baixo custo.

final de superar algumas das compensações tradicionais inerentes às dimensões da tecnologia de processo. Como consequência, para alguns setores, a natureza da matriz produto-processo que discutimos antes, tem mudado. A Figura 5.9 mostra como três idéias separadas, mas conectadas, se uniram.

- As três dimensões da tecnologia de processo – a escala, a automação e a conexão – estão relacionadas com as características de volume/variedade do mercado. Nas tecnologias de processo tradicionais, especialmente aquelas com relativamente poucos elementos de TI, as tecnologias firmemente conectadas, grandes e automatizadas eram capazes de processar a baixo custo, porém tinham relativamente pouca flexibilidade. Isso as tornava adequadas para os processos de alto volume e baixa variedade. Se as necessidades do processo fossem de alta variedade, mas de baixo volume, a tecnologia de processo provavelmente consistiria de unidades menores separadas com relativamente pouca automação.
- As tendências no desenvolvimento de cada dimensão da tecnologia de processo, especialmente aquelas relacionadas com as suas riquezas crescentes no processamento da informação, estão superando algumas das compensações tradicionais dentro de cada dimensão. Em específico, a tecnologia com altos níveis de capacidade de escala pode dar as vantagens da tecnologia flexível de pequena escala e, contudo, ser rapidamente expandida se a demanda o garantir. Da mesma forma, mesmo a tecnologia de processamento da informação de alto volume ainda pode exibir o conteúdo analítico relativamente alto que

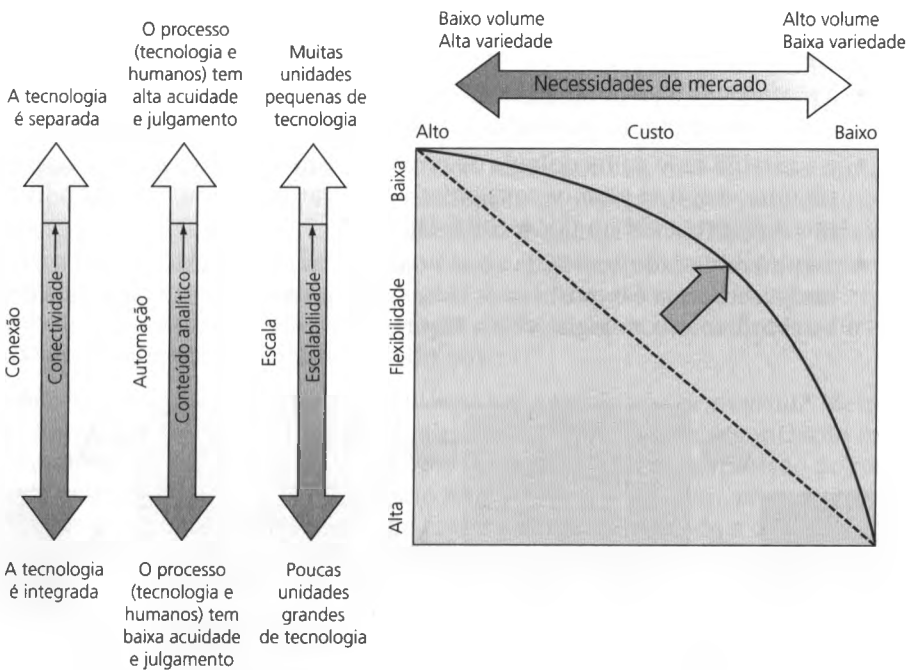


Figura 5.9 Os novos desenvolvimentos na tecnologia de processo podem mudar a compensação de custo-flexibilidade.

era antes reservado para os processos mais manuais. Finalmente, a tecnologia com conectividade alta pode integrar os processos sem a rigidez associada com a alta conectividade.

- As próprias tendências de mercado estão pedindo simultaneamente alto desempenho em custo e em flexibilidade. Não é mais aceitável ter custos altos se a flexibilidade é exigida pelo mercado, nem rigidez de operações se os custos necessitam ser mantidos baixos. No que tange às necessidades de mercado, a área ideal na matriz produto-processo tradicional é aquela que proporciona ambos, baixo custo e alta flexibilidade.

Isso ocorre porque a tecnologia de processamento da informação tem tido um grande impacto em muitos setores. Na verdade, ela tem superado, em parte, algumas das compensações tradicionais na escolha da tecnologia de processo. Mas observe as palavras “em parte” e “algumas”. Ainda existem compensações dentro da escolha da tecnologia mesmo se elas não são tão óbvias como já foram antes. Além disso, o processamento da informação e o poder da informática, sem dúvida, têm tido um grande impacto sobre quase todas as tecnologias, mas ainda existem limites para o que os computadores podem fazer.

## Avaliação da tecnologia de processo

Avaliar a tecnologia de processo significa literalmente determinar o seu valor financeiro ou moral. Envolve explorar, compreender e descrever as conseqüências estratégicas de adotar alternativas. Embora possa não existir uma lista de atributos a serem avaliados “para todos os fins” (a natureza exata de atributos a serem incluídos em uma avaliação realmente deveria depender da natureza da tecnologia em si), é útil considerar três classes genéricas de critérios de avaliação:

- a praticidade da tecnologia de processo; isto é, o grau de dificuldade em adotá-la, e o investimento de tempo, esforço e dinheiro que será necessário;
- a aceitabilidade da tecnologia de processo; isto é, quanto a tecnologia direciona uma empresa para os seus objetivos estratégicos, ou o retorno financeiro que a empresa obtém por escolhê-la;
- a vulnerabilidade associada com a tecnologia de processo; isto é, o ponto até onde a empresa é exposta se as coisas derem errado, o risco que está correndo ao escolher a tecnologia (veja a Figura 5.10).

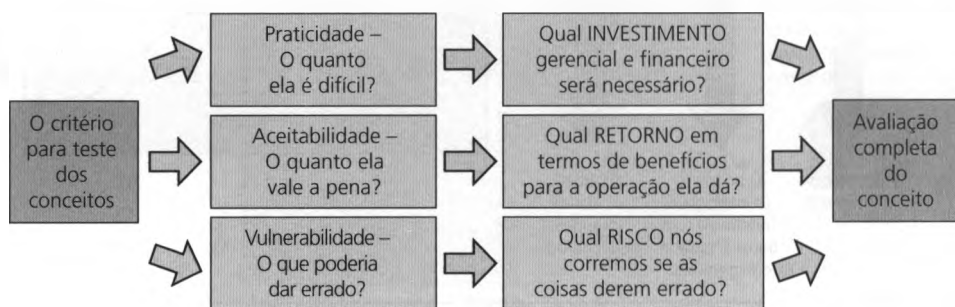


Figura 5.10 Categorias gerais do critério de avaliação para avaliar os conceitos.

## Avaliação da praticidade

Todas as decisões da tecnologia de processo têm implicações de recurso – mesmo a decisão de não fazer nada libera recursos que, de outra forma, seriam usados. Neste contexto, não estamos apenas falando sobre os recursos financeiros que, embora críticos, não ajudam se as habilidades técnicas necessárias para projetar e implementar uma tecnologia não estão disponíveis. Portanto, se os recursos necessários para implementar a tecnologia são maiores do que aqueles que estão disponíveis ou podem ser obtidos, a tecnologia não é prática. Assim, avaliar a praticidade de uma opção significa descobrir como os vários tipos de recursos que a opção poderia necessitar se compatibilizam com o que está disponível. Quatro questões amplas são aplicáveis.

*Quais habilidades técnicas ou humanas são necessárias para implementar a tecnologia?* Toda tecnologia de processo necessitará da existência de um conjunto de habilidades dentro da organização para que possa ser implementada com sucesso. Se a nova tecnologia é muito similar à existente na organização, é provável que as habilidades necessárias já existam. Porém, se a tecnologia é completamente nova, é necessário identificar as habilidades necessárias e combiná-las com aquelas existentes na organização.

*Qual é a “quantidade” ou a “quantia” de recursos que é necessária para implementar a tecnologia?* Determinar a quantidade de recursos (pessoas, instalações, espaço, tempo etc.) necessária para a implementação da tecnologia é um estágio importante na avaliação da praticidade porque é dependente do tempo. Raramente uma falta de engenheiros de processo suficientes exclui uma tecnologia de processo específica, mas poderia restringir quando ela é adotada. Assim, uma empresa pode escolher deliberadamente atrasar algumas decisões de sua tecnologia de processo porque ela sabe que os seus compromentimentos atuais não permitirão isso. Para avaliar esse tipo de praticidade, uma empresa pode comparar a carga de trabalho agregada associada à sua implementação com o passar do tempo com a sua capacidade existente.

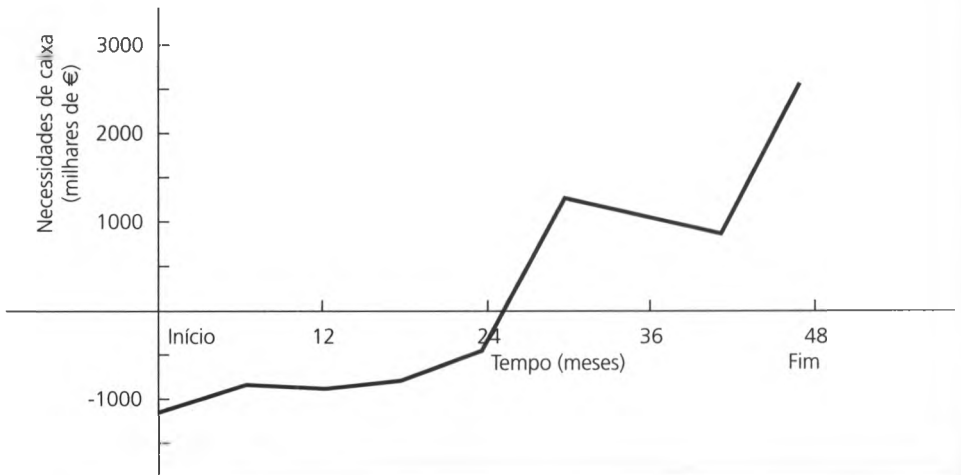
*Quais são as necessidades de fundos ou de dinheiro?* De uma forma significativa, as duas questões anteriores podem ser difíceis de responder, mas isso não diminui a sua importância. Entretanto, em uma avaliação de investimento real, um fator da “praticidade” inevitavelmente dominará todas as outras considerações – nós temos dinheiro suficiente? Devido a essa importância, gastaremos um pouco mais de tempo revendo algumas das várias abordagens que foram desenvolvidas para auxiliar os gerentes em sua análise das necessidades de fluxo de caixa e de fundos durante o tempo de vida de um projeto de investimento.

*A operação pode lidar com o grau de mudança nas necessidades de recursos?* Mesmo se todas essas necessidades de recursos pudessem ser obtidas pela organização individualmente de forma bem prática, o próprio grau de mudança na posição do recurso total da empresa poderia ser considerado impraticável. Considere, por exemplo, um fabricante sob medida de bicicletas de corrida sendo encorajado a alavancar a sua reputação de alta qualidade dentro do “setor top” do mercado de bicicleta em massa (isto é, volumes muito maiores). Para tanto, a empresa precisa fazer um investimento substancial no equipamento soldador de tubo. Ela está confiante de que conseguirá obter todas as categorias diferentes de recursos necessários para o projeto e que pode recrutar os especialistas adequados do mercado de trabalho em quantidade suficiente. Acredita também que poderia financiar o projeto até a empresa alcançar o equilíbrio. Contudo, em última análise, a empresa considera o investimento im-

praticável. Ela decide que absorver uma nova tecnologia de processo tão radical em uma estrutura de tempo relativamente curta colocaria uma pressão muito grande sobre a sua própria capacidade de auto-organização. Assim, às vezes não é o nível absoluto, mas, ao contrário, a taxa de mudança nas necessidades de recursos que torna um projeto impraticável.

### Avaliação das necessidades financeiras

Na maioria das decisões da tecnologia de processo, a questão de praticidade mais importante é: "Quanto investimento financeiro a tecnologia irá requerer, e nós conseguiremos suportá-la?". Na hipótese mais simples, isso poderia significar simplesmente o exame do custo exclusivo do preço de compra da tecnologia. Normalmente, é necessário um exame do efeito das necessidades de caixa sobre a organização como um todo. Neste caso, frequentemente é necessário simular o fluxo de caixa da organização ao longo de um período de tempo. Calculando-se a entrada total de caixa durante um tempo, conforme ela ocorre, e subtraindo-se dela a saída total de caixa, conforme ela ocorre, resta a necessidade de fundos líquida para a opção. Por exemplo, a Figura 5.11 mostra as entradas de caixa líquidas prováveis a serem recebidas se uma tecnologia proposta for adotada e as saídas de caixa associadas com a sua compra e implementação. As necessidades de caixa resultantes mostram que a necessidade má-



Períodos de seis meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Entradas de caixa	0	1000	1000	1000	1000	2000	0	0	3000
Saídas de caixa	1050	800	970	950	700	200	200	200	300
Fluxo de caixa líquido	(1050)	200	30	50	300	1800	(200)	(200)	1700
Caixa inicial sem financiar	0	(1050)	(850)	(820)	(770)	(470)	1330	1130	930
Caixa final sem financiar	(1050)	(850)	(820)	(770)	(470)	1330	1130	930	2630

Todos os números em milhares de €

Figura 5.11 Necessidades, entradas e saídas de caixa competentes até o final do projeto (milhares de €).

xima de fundos de €1.050.000 ocorre dentro dos primeiros oito meses do projeto e diminui apenas vagarosamente durante dois anos. Depois disso, o projeto desfruta de uma grande entrada líquida de caixa. É claro, essa análise não inclui os efeitos de pagamentos de juros sobre o dinheiro emprestado. Quando é decidido como o dinheiro deve ser levantado (isto é, emprestado de um banco ou de um investidor particular, levantado do mercado de ações) os efeitos dos juros podem ser incluídos.

### Avaliação da aceitabilidade

A avaliação da aceitabilidade pode ser feita sob muitas perspectivas técnicas e gerenciais. Aqui, limitamos nossa discussão à perspectiva financeira da avaliação e à perspectiva das “necessidades de mercado” e dos “recursos de operações”. A Figura 5.12 resume os elementos diferentes de nossa análise.

#### Aceitabilidade em termos financeiros

A avaliação financeira é a previsão e a análise dos custos financeiros aos quais uma opção comprometeria a organização, e dos benefícios financeiros que poderiam aumentar em virtude da aquisição da tecnologia de processo. Entretanto, “custo” nem sempre é um conceito fácil de entender. A visão de “custo” de um contador é diferente da visão de um economista. A visão do contador é de que o custo de algo é tudo o que você pagou para adquiri-lo originalmente. O economista, por outro lado, provavelmente definiria os custos em termos dos benefícios renunciados/cedidos por não investir em outra coisa: o custo da oportunidade da tecnologia. Assim, para o economista, o custo de investir na tecnologia de um processo é tudo aquilo que poderia ser ganho por investir uma soma equivalente no melhor investimento alternativo praticável. Enquanto o custo de oportunidade tem atrações intuitivas óbvias e é particularmente útil nos investimentos da tecnologia de processo onde

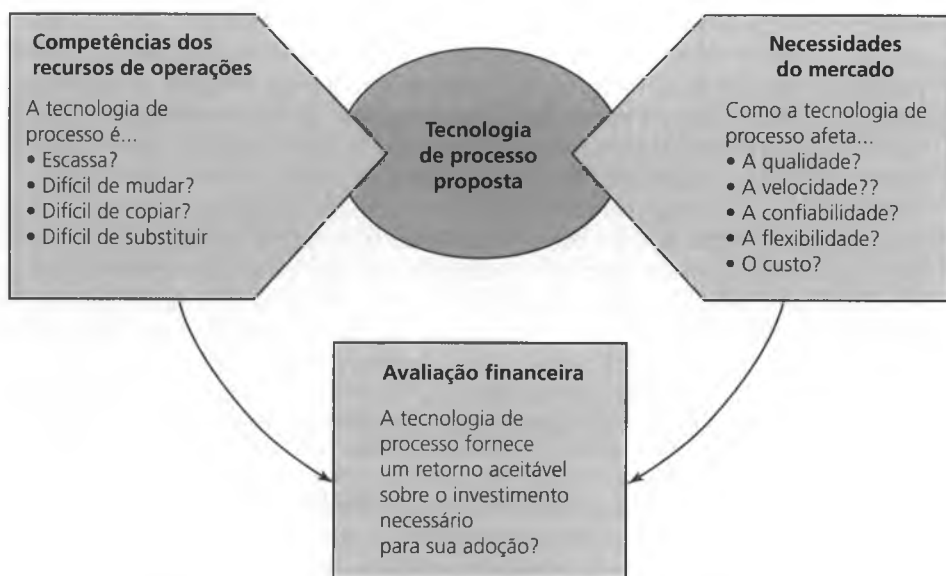


Figura 5.12 Avaliação da “aceitabilidade” de uma tecnologia de processo.

as tecnologias alternativas podem trazer muitos benefícios diferentes, ele depende do que nós definimos como o melhor uso alternativo praticável de nossos recursos. O modelo do contador para o custo de aquisição é, pelo menos, estável – se nós pagamos €1.000 por algo, então seu valor é €1.000, independente de qual seja o uso alternativo que poderíamos imaginar para o dinheiro.

### ***O custo do ciclo de vida***

O conceito de custo do ciclo de vida é útil na avaliação da tecnologia de processo. Ele envolve a contabilização de todos os custos durante a vida dos investimentos, os quais são influenciados diretamente pela decisão. Por exemplo, suponha que uma empresa esteja avaliando sistemas alternativos de armazenamento integrado. Um certo sistema é significativamente mais barato e parece, à primeira vista, ser o menos custoso. Mas que outros custos a empresa deveria considerar além do custo de aquisição? Cada sistema necessitaria de um desenvolvimento inicial para resolver os problemas técnicos importantes antes da instalação. Os sistemas também teriam de ser “depurados” antes da operação, mas, mais importante, durante os seus anos de vida, a planta incorrerá em custos de operação e manutenção que serão, em parte, determinados pela escolha original do sistema. Finalmente, se a empresa quiser olhar tão longe no futuro, o valor de venda da planta também seria significativo. Na verdade, o custo do ciclo de vida total é impossível em qualquer sentido absoluto. Os efeitos de qualquer investimento significativo se espalham em cascata como ondas em um lago, tendo um efeito notável e influenciando muitas outras decisões. Contudo, é sensato incluir mais do que os custos imediatos e óbvios envolvidos em uma decisão: a abordagem do ciclo de vida é um lembrete útil disso.

### ***O valor do tempo do dinheiro: valor presente líquido (NPV)***

Uma das questões mais importantes a ser respondida ao se estabelecer o valor “real” dos custos ou dos benefícios é determinar quando eles são causados ou percebidos. Essa dinâmica é importante porque o dinheiro em sua mão hoje vale mais para você do que o mesmo dinheiro estará valendo em um ano. Reciprocamente, é preferível pagar uma grande quantia no período de um ano a pagá-la agora. A razão para isso tem a ver com o custo da oportunidade do dinheiro. Se nós recebemos dinheiro agora e o investimos (em uma conta de banco ou em outro projeto que dê um retorno positivo), então, no período de um ano, teremos nosso investimento original mais todo o juro que foi pago durante o ano. Assim, para comparar os méritos alternativos de receber €100 agora e receber €100 no período de um ano, nós deveríamos comparar €100 com €100 mais os juros de um ano. Alternativamente, nós podemos inverter o processo e nos perguntar quanto teria de ser investido agora a fim de que esse investimento pagasse €100 no período de um ano. Essa quantia (menor do que €100) é chamada de valor presente de receber €100 no período de um ano.

Por exemplo, suponha que as taxas de juros atuais sejam de 10% por ano. A quantia que nós teríamos de investir para receber €100 no período de um ano é:

$$€100 \times \frac{1}{1,10} = €90,91$$

$$€100 \times \frac{1}{(1,10)} \frac{1}{(1,10)} = €100 \times \frac{1}{(1,10)^2} = €82,65$$

A taxa de juros assumida (10% no nosso caso) é conhecida como taxa de desconto. Geralmente, o valor presente de  $\text{€} = x$  no período de  $n$  anos, a uma taxa de desconto de  $r\%$ , é:

$$\frac{x}{(1 + r/100)^n}$$

### **Limitações da avaliação financeira convencional**

A avaliação financeira convencional tem sido criticada por sua incapacidade de incluir fatores relevantes suficientes para dar uma imagem verdadeira dos investimentos complexos. Em nenhuma outra situação isso é mais evidente do que no caso da justificativa do investimento nas tecnologias de processo abrangendo um elemento de TI significativo. Aqui, os custos e benefícios são incertos, intangíveis e, frequentemente, dispersos por toda a organização. Certamente, com toda a conversa sobre esta ser uma “nova economia”, as diversas discussões sobre os computadores retirarem os custos (trabalho) dos processos operacionais, ou o impacto da criação dos mercados baseados na informação e no conhecimento, é fácil entender porque você pensa que a era do computador foi uma coisa claramente positiva para o negócio. Entretanto, até recentemente, existia pouca evidência real de que para todo investimento de TI que as empresas fizeram teria havido um impacto real sobre a produtividade total.

### **Aceitabilidade em termos do impacto sobre as necessidades de mercado**

Continuando com a idéia de considerar todos os benefícios competitivos de um investimento, argumentamos em outra ocasião que a tecnologia de processo pode impactar todos os objetivos de desempenho operacional genéricos: qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custo. As questões listadas na Tabela 5.2 podem ajudar a fornecer uma estrutura para a avaliação do impacto de qualquer investimento proposto em cada item. Com fins de ilustração, nós as adotamos em uma análise genérica do efeito da tecnologia de processo sobre o setor da aviação.

Embora os exemplos na Tabela 5.2 tenham sido estabelecidos no setor da aviação, poderíamos ter feito o mesmo para qualquer setor. O ponto mais importante a emergir de qualquer análise similar em alguns setores é que as oportunidades de mercado associadas com a tecnologia de processo são muito maiores do que o foco estreito tradicional sobre a redução de custos. Qualquer avaliação sensata da tecnologia de processo deve incluir todos os efeitos que impactam sobre a qualidade, a velocidade, a confiabilidade, a flexibilidade e os custos. Conforme nós reforçamos no Capítulo 2, os objetivos de desempenho genéricos raramente têm a mesma importância para todos os tipos de operação. Sua importância relativa espelhará a posição de mercado real e pretendida pela organização. A implicação disso para a avaliação da tecnologia de processo é fácil de entender. Qualquer avaliação deve espelhar o impacto da tecnologia de processo sobre cada objetivo de desempenho relacionado com a sua importância para alcançar uma posição de mercado específica. Frequentemente, haverá compensações envolvidas na adoção de uma nova tecnologia de processo. Retornando aos nossos exemplos anteriores de companhias aéreas, a vantagem de se ter uma frota de aviões mista é a flexibilidade de combinar as aeronaves com as rotas conforme a demanda pelas diferentes rotas muda. Contudo, diferentes tipos de aeronaves requerem diferentes peças de reposição, diferentes procedimentos de manutenção, diferentes interações com a tecnologia em terra e assim por diante.



**Tabela 5.2** Avaliação da aceitabilidade do investimento da tecnologia de processo sob o critério de mercado

	<i>Questões genéricas</i>	<i>Exemplo</i>
Qualidade	A tecnologia de processo melhora a especificação do produto ou serviço? Isto é, ela fornece algo melhor ou diferente que os clientes valorizam?	Uma companhia aérea investindo em uma tecnologia de entretenimento durante o voo para melhorar a especificação de seus serviços de voo.
	A tecnologia de processo reduz a variabilidade indesejável dentro da operação? Mesmo se a qualidade da especificação absoluta não for afetada pela tecnologia de processo, ela pode contribuir para a conformidade da qualidade reduzindo a variabilidade.	Uma companhia aérea investindo na manutenção do equipamento que mantém o desempenho de sua aeronave e sistemas auxiliares dentro de tolerâncias muito pequenas. Isso reduz o risco de falha no equipamento e também aumenta a previsibilidade interna dos processos da companhia aérea.
Velocidade	A tecnologia de processo habilita uma resposta mais rápida para os clientes? Isso encurta o tempo entre um cliente fazer um pedido e tê-lo confirmado (ou ter um produto entregue etc.)?	A tecnologia de <i>check-in</i> usada pelas companhias aéreas nos portões e saguões do aeroporto realmente, permite que os pedidos dos clientes por assentos ou necessidades de alimentação sejam explorados rapidamente e, se possível, confirmados.
	A tecnologia de processo acelera o processamento dos processos internos? Mesmo se os clientes não se beneficiam diretamente do processamento mais rápido do processo dentro de uma operação, a tecnologia, aumentando a "velocidade do relógio", pode beneficiar a operação, por exemplo, reduzindo os custos.	A tecnologia que permite o carregamento rápido das bagagens dos clientes e dos suprimentos servidos durante o voo, que permite que o combustível seja carregado e os motores sejam verificados etc., tudo reduzindo o tempo em que a aeronave fica em terra. Tudo isso permite que a aeronave seja usada mais intensivamente.
Confiabilidade	A tecnologia de processo habilita os produtos e/ou serviços a serem entregues de forma mais confiável? Embora muitas das causas da confiabilidade deficiente possam parecer estar fora do controle de uma operação, a tecnologia pode ajudar a colocar alguns dos fatores sob controle.	O equipamento de navegação especializado instalado na aeronave pode permitir-lhe aterrissar em condições de pouca visibilidade, assim reduzindo a possibilidade de atrasos devido a mau tempo. Os clientes se beneficiam diretamente de um aumento na confiabilidade. As companhias aéreas investem em tecnologia de comunicações de aeronave avançadas. A comunicação eficiente entre a aeronave e os centros de controle reduz a possibilidade de má comunicação, que, mesmo quando não apresentasse nenhum perigo, poderia gastar tempo e causar confusão. Certamente, uma preocupação muito mencionada de muitas companhias aéreas é que os aeroportos ao redor do mundo nem sempre investem em tecnologia de comunicações – diminuindo os ganhos de produtividade máxima de seu equipamento.
	A tecnologia de processo habilita a confiabilidade dos processos dentro da operação? Novamente, mesmo quando os clientes não vêem resultado direto da tecnologia mais confiável, ela pode fornecer benefícios para a operação em si.	

(continua)

Tabela 5.2 Continuação

Flexibilidade	<p>A tecnologia de processo permite à operação mudar em resposta a mudanças na demanda do cliente? Tais mudanças podem ser no nível ou na natureza da demanda.</p> <p>A tecnologia de processo inclui ajustes no funcionamento interno dos processos de operações?</p>	<p>Quando uma companhia aérea considera o <i>mix</i> dos tipos de aeronaves a incluir em sua frota, ela faz isso, em parte, para manter flexibilidade suficiente para responder a coisas como mudança no programa ou demanda inesperada.</p> <p>Uma aeronave (especialmente o Boeing 777) permite a configuração exata de cabines e assentos a serem modificados. Apesar disso não acontecer com muita frequência, oferece às companhias aéreas a flexibilidade para fornecer um <i>mix</i> diferente de serviços sem ter diferentes tipos de aeronaves.</p>
Custo	<p>A tecnologia de processo processa materiais, informação ou clientes de forma mais eficiente? Conforme mencionamos antes, isso é de longe a base mais comum para justificar a nova tecnologia de processo, mesmo que nem sempre ela seja a mais importante. Entretanto, ela nunca é sem importância. A tecnologia de processo habilita uma maior eficácia dos processos de operações? Mesmo se a eficiência não é afetada, a tecnologia de processo pode auxiliar o desdobramento das competências de operações para aumentar a lucratividade ou a eficácia geral.</p>	<p>O principal direcionador para as companhias aéreas investirem em novas aeronaves é a maior eficiência (€/passageiros por quilômetro voado) de cada nova geração de aeronave que deriva do projeto total da aeronave e, mais especialmente, das turbinas que as movimentam.</p> <p>Os sistemas de suporte de decisão de “gerenciamento de resultado” usado pelas companhias aéreas habilitam-nos a maximizar as receitas dos vôos ajustando as estratégias de capacidade e preço para atender aos padrões de demanda.</p>

Isso pode somar mais custo e complexidade às operações globais da aeronave do que benefícios de flexibilidade. Por exemplo, a Airbus, o consórcio de linha aérea europeu e grande rival da Boeing, gigante do espaço aéreo americano, argumenta que a sua estratégia de cabine compartilhada e os seus sistemas de controle de vôo através de sua variedade de planos têm uma economia considerável. A modularização em tais sistemas permite aos pilotos e à tripulação em terra lidarem com sistemas similares para aeronaves de 120 até 400 assentos.

### ***Aceitabilidade em termos do impacto sobre os recursos operacionais***

O uso dos objetivos de desempenho genéricos pode nos ajudar a caracterizar a contribuição potencial que a tecnologia de processo pode fazer para as necessidades do mercado. Também é importante criar uma imagem da contribuição que a tecnologia de processo pode fazer para a “dotação” de competência da operação a longo prazo. Podemos usar as dimensões descritas no Capítulo 1 como sendo “estratégicas” de acordo com a visão baseada no recurso da empresa. Como um lembrete, essas quatro dimensões são:

- A escassez de recursos
- A dificuldade dos recursos serem mudados
- A dificuldade dos recursos serem copiados
- A dificuldade dos recursos serem substituídos

Essas quatro dimensões nos dão um mecanismo de “primeiro corte” para avaliação do impacto que um recurso tecnológico específico terá sobre a vantagem competitiva sustentável. A Tabela 5.3 desenvolve essas quatro dimensões com exemplos.

**Tabela 5.3** As quatro dimensões dos recursos de operações “estratégicos”

	<i>Questões genéricas</i>	<i>Exemplo</i>
Escassez	<p>A tecnologia representa um tipo de vantagem do pioneiro? Em outras palavras, quanto da tecnologia desenvolvida (ou talvez sua P&amp;D subjacente) os concorrentes não possuem?</p> <p>A tecnologia ajuda a criar ou explorar o conhecimento do produto/serviço proprietário, talvez na forma tangível de uma base de dados?</p>	<p>Tais recursos poderiam incluir instalações de produção reservadas em setores como os petroquímicos e farmacêuticos, onde a vantagem do pioneiro frequentemente gera retornos superiores.</p> <p>Capturar os dados do cliente com o passar do tempo e então explorar essas informações é há tempos um elemento central das estratégias competitivas das companhias aéreas – tal informação é extremamente escassa.</p>
Difícil de mudar	<p>Quanto da tecnologia de processo foi desenvolvido internamente? Se uma tecnologia de processo é única e, além disso, foi desenvolvida internamente, então tais recursos não podem ser facilmente acessados sem comprar a firma.</p> <p>Quantos recursos tecnológicos críticos “não caminham sobre rodas”? Em outras palavras, ressaltar aqueles recursos que estão mais do que contratualmente ligados à operação.</p>	<p>O valor da imobilidade do recurso ajuda a explicar a ênfase crescente sendo colocada sobre o desenvolvimento da infra-estrutura no setor de consultoria de gestão – para facilitar a retenção das habilidades, do conhecimento e da experiência.</p> <p>A mobilidade preocupa-se em, digamos, o setor de TI explicar a emergência de contratos mais complicados (restringindo o emprego subsequente etc.) e a inflação do salário para certo pessoal-chave.</p>
Difícil de copiar	<p>A que distância abaixo na “curva de aprendizado” está a tecnologia de processo?</p> <p>Qual é a força de sua proteção legal?</p> <p>As patentes oferecem alguma proteção, embora o processo seja longo, frequentemente caro e possa atrair risco competitivo maior do que simplesmente ter melhor segurança do local.</p>	<p>Experiências tais como aquelas documentadas em processos de alto volume, como a Intel e os semicondutores, podem criar barreiras de desempenho competitivo.</p> <p>No competitivo mercado de doces, por exemplo, existe segredo quase patológico associado com os processos de produção proprietários, mas muito pouco recurso para o registro das patentes.</p>
Difícil de criar um substituto	<p>Quais mecanismos de mercado existem para evitar que a tecnologia de processo se torne simplesmente irrelevante através da introdução de um substituto?</p>	<p>As conexões do tipo EDI tradicionais integram as cadeias de suprimentos, mas também podem ajudar a estabelecer padrões de fato e introduzir custos de mudança. Elas podem, portanto, evitar que os rivais ofereçam serviços substitutos.</p>

### **Recursos tangíveis e intangíveis**

É importante lembrar que em nossa discussão no Capítulo 1 sobre a importância dos processos e recursos de operações fomos cuidadosos ao diferenciar entre recursos tangíveis e intangíveis. Os recursos tangíveis são os ativos físicos reais que a empresa possui. Em termos de tecnologia de processo, eles serão as máquinas, os computadores, os equipamentos de manuseio de materiais etc. usados dentro da operação. Os recursos intangíveis não são necessariamente diretamente observáveis, mas têm valor para a empresa. Coisas como o relacionamento e o poder da marca, os relacionamentos com fornecedores, o conhecimento do processo, e assim por diante, são todos reais, mas nem sempre tangíveis. Esse conceito de recursos intangíveis é importante quando se considera a tecnologia de processo. Uma unidade de tecnologia nem sempre é diferente fisicamente da tecnologia usada pelos concorrentes. Entretanto, seu uso pode adicionar à reputação da empresa habilidades, conhecimento e experiência. Assim, dependendo de como a tecnologia de processo é usada, o valor do aspecto intangível de uma tecnologia de processo pode ser maior do que o seu valor físico. Se a utilidade da tecnologia de processo também depende do software que ela emprega, então isso também deve ser avaliado. Novamente, embora o software possa ser comprado pronto e estar, portanto, disponível para os concorrentes, se ele for desdobrado em formas imaginativas e criativas o seu valor real pode ser melhorado.

### **Avaliando a aceitabilidade de mercado e de recursos**

Considere, por exemplo, um sistema de gerenciamento de dados baseado no Windows de uma organização policial para ajudar a gerenciar o seu laboratório criminal. O laboratório é onde as amostras de uma variedade de cenas de crimes são testadas em uma grande variedade de diferentes processos (teste de DNA, análise de impressão digital, etc.) que variam amplamente em sua sofisticação e complexidade. Embora a velocidade seja freqüentemente de maior importância no laboratório, a exatidão e a confiabilidade são igualmente críticas, como é a sua necessidade legal de armazenar e acessar a informação por longos períodos de tempo (por apelos legais, investigações a longo prazo etc.). Apesar de essa operação não ter uma posição de mercado como tal, ela ainda assim tem um conjunto de prioridades sociais e legais que são seu equivalente direto. A Figura 5.13 ilustra isso adicionando uma linha suplementar ao perfil que indica quais são as metas de desempenho do laboratório. Embora as novas tecnologias de processo não melhorem o desempenho das operações em todos os aspectos das necessidades de “mercado” do laboratório criminal, ela melhora algumas áreas específicas de desempenho e não parece ter efeitos negativos. Entretanto, é quando voltamos nossa atenção para o perfil do recurso da tecnologia que a relevância dessas dimensões derivadas do mercado competitivo para as operações “não-lucrativas” necessita ser examinada com mais proximidade. Embora possamos ver a utilidade de uma base de dados criminal única e difícil de copiar na “guerra contra o crime”, a vantagem positiva de se ter recursos que têm alta influência nas dimensões da VBR não é clara para a respectiva operação do setor público.

Em outras palavras, se um recurso (como conhecimento ou experiência) é difícil de mudar ou copiar, isso pode contribuir para a vantagem sustentável em um mercado competitivo. Entretanto, tais características podem agir contra os objetivos críticos do setor público, tais como a transferência de informação eficaz ou mesmo

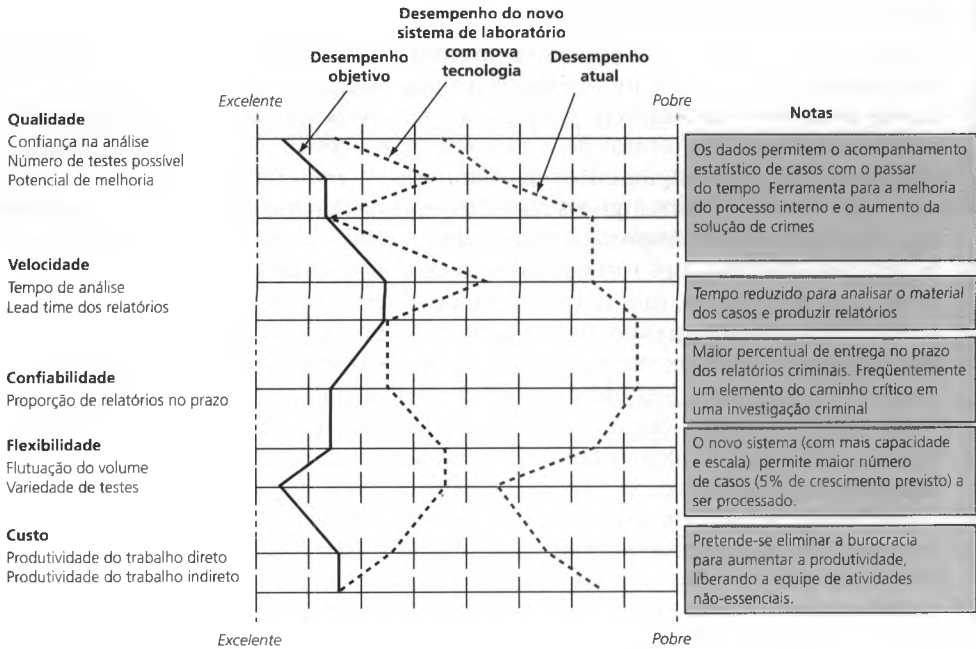


Figura 5.13 Desempenho dos sistemas baseados em dados e análise de laboratório.

a responsabilidade sobre o desempenho. Neste tipo de aplicação, portanto, é necessário ver as características do recurso como úteis de uma forma diferente. Assim, por exemplo, imagine que a experiência da equipe associada com a análise de tipos particulares de evidência de DNA é crucial para o laboratório criminal, mas muito difícil de copiar e, portanto, compartilhada dentro e entre os laboratórios. A resposta da estratégia de operações poderia ser, portanto, diminuir (em vez de incluir) essa característica de “imitabilidade”, desenvolvendo sistemas e procedimentos que buscassem codificar (isto é, artigos, diários técnicos, bancos de dados abertos) e encorajar o compartilhamento regular de experiência (isto é, seminários, intercâmbio de equipe, aprendizagens).

### Avaliando a vulnerabilidade

Tem havido algumas falhas espetaculares e muito públicas associadas com a introdução de novas tecnologias de processo (veja o exemplo “Gardermoen Airport feliz por ser o segundo”). Contudo, talvez todas as “falhas” dessas tecnologias de processo foram consideradas praticáveis e aceitáveis para a operação. Sua falha subsequente ressalta uma questão adicional importante a explorar – a vulnerabilidade. Isso é, qual é a exposição aceita pela empresa se alguma coisa dá errada com a tecnologia uma vez que é tomada a decisão de investir?

### Vulnerabilidade por causa das dependências de recursos modificadas

Todas as tecnologias de processo dependem da operação eficaz dos serviços de suporte. As habilidades específicas são necessárias se a tecnologia deve ser instalada, mantida, atualizada e controlada de forma eficaz. Em outras palavras, a tecnologia

**Exemplo Gardermoen Airport feliz por ser o segundo**

Em 2005, o Denver International Airport (DIA) foi votado o “Melhor Aeroporto na América do Norte” pela *Business Traveler Magazine*. Mas, dez anos antes, a sua principal fama era o seu sistema de manuseio de bagagem imprevisível.

O DIA tinha decidido ser o pioneiro em um novo tipo de sistema onde todas as bagagens seriam individualmente manuseadas sobre esteiras automáticas ou “veículos codificados por destino”. A cidade estava tão orgulhosa que seu prefeito convidou a imprensa para presenciar a inauguração do novo sistema de bagagem automatizado. Mas tudo deu errado: a roupa dos passageiros era molhada durante as movimentações e a bagagem era periodicamente atirada para fora da esteira. O sistema de bagagens continuou a ser um problema. Ao invés dos US\$185 milhões originais, o custo final foi acima de US\$300 milhões por um sistema de operação somente parcial. A abertura do aeroporto foi atrasada três vezes, e no final uns US\$70 milhões adicionais tinham sido gastos na instalação de um transportador convencional. O sistema acabou sendo abandonado completamente em 2005.

Essa falha altamente divulgada fez com que o Aeroporto Gardermoen de Oslo pensasse duas vezes antes de adotar a sua própria nova tecnologia de manuseio de bagagem. Entretanto, Oslo aprendeu com os erros de Denver. O próprio sistema de Oslo, o sistema Bagtrax fabricado na Holanda, era até quatro vezes mais rápido do que o sistema de esteiras convencional, necessitava de menos manutenção e era mais barato de operar. Mas diferente do, sistema de Denver, agora desativado, o sistema de Oslo era menos complicado e menos propenso a panes. Na verdade, ele permite ao aeroporto adaptar a entrega de bagagem às necessidades. Uma bagagem única poderia ser enviada para um destino único sem ter de iniciar todo um sistema de esteiras convencional.

tem um conjunto de “dependências de recursos”. A mudança para uma tecnologia de processo diferente freqüentemente significa mudar esse conjunto de dependências de recurso. Isso pode ter um aspecto positivo. As habilidades, o conhecimento e a experiência necessários para implementar e operar a tecnologia podem ser escassos e difíceis de copiar e, em conseqüência, dificilmente fornecerão uma plataforma para a vantagem sustentável. Mas também pode haver desvantagens em um conjunto modificado de dependências de recursos. Por exemplo, as habilidades específicas necessárias para implementar ou operar uma nova tecnologia de processo, visto que elas são escassas, poderiam se tornar particularmente valiosas no mercado de trabalho. A empresa é vulnerável ao risco de demissão da equipe que tem essas habilidades a fim de alavancar o seu valor. Esse foi um problema particular quando muitas organizações estavam implementando os sistemas de Planejamento de Recursos Empresariais (ERP). Os programas de treinamento extensivo necessários para dar à equipe as habilidades para implementar os sistemas de ERP transferiu o “poder do conhecimento” à equipe a ponto de ficar difícil mantê-la.

As questões de confiança e poder também influenciam a vulnerabilidade criada pela dependência das organizações externas, como os fornecedores e os clientes. Se existe um alto grau de confiança entre uma empresa e o seu fornecedor de tecnologia, pode ser totalmente adequado tornar-se dependente de um fornecedor externo específico para instalação, manutenção e atualização da tecnologia de processo. A dependência também pode funcionar de outra forma. Os clientes podem pedir que uma parte específica da tecnologia seja dedicada para o seu negócio. Novamente, isso pode ser totalmente legitimado se a operação acredita que seu cliente continuará

gerando trabalho para ela durante um período adequado. Entretanto, tal relacionamento exclusivo inevitavelmente apresenta vulnerabilidades. Por exemplo, suponha que uma operação esteja escolhendo entre fornecedores alternativos de software. Um fornecedor parece ser particularmente competitivo em preço, muito orientado ao serviço e desenvolveu uma aplicação de ponta particularmente eficaz. Infelizmente, esse fornecedor também é menor do que os fornecedores alternativos. Embora os seus produtos e serviços possam ser superiores, ele é em si mais vulnerável às pressões de negócio. Se ele deixasse o negócio, a empresa ficaria sem suporte. Sob essas circunstâncias, a empresa pode decidir que a escolha desse fornecedor estaria expondo-a a níveis inaceitáveis de vulnerabilidade.

## SUMÁRIO DE RESPOSTAS PARA AS QUESTÕES IMPORTANTES

### *O que é a estratégia de tecnologia de "processo"?*

Ir além de uma visão da tecnologia como "caixa preta" é crítico para uma estratégia de operações. Para ajudar a estruturar nossa revisão da tecnologia, nós a definimos em termos genéricos como a prática da "aplicação da ciência". A tecnologia de processo é a tecnologia conforme aplicada aos processos operacionais e é tradicionalmente tratada como separada da tecnologia de produto/serviço. Essa diferenciação está inevitavelmente menos clara em muitas operações de serviço onde o produto é o processo. Nós podemos ainda classificar dois tipos de tecnologia de processo. O primeiro é aquela contribuição "diretamente" para a produção de mercadorias e serviços. O segundo tipo é a tecnologia "indireta" ou de "infra-estrutura" que atua para suportar os processos de transformação essenciais. A estratégia de tecnologia de processo é o conjunto de decisões que definem o papel estratégico que a tecnologia de processo direta ou indireta pode representar na estratégia global de operações da organização e expõe as características gerais que ajudam a avaliar as tecnologias alternativas.

### *Quais são as dimensões adequadas para a caracterização da tecnologia de processo?*

Embora as dimensões genéricas nunca conseguirão capturar completamente o rico detalhamento de qualquer peça individual da tecnologia de processo, é normalmente útil descrever as características de escala (capacidade de cada unidade de tecnologia), de automação (o que a máquina pode fazer) e de conexão (quanto é ou pode ser unido). Embora seja improvável essas três dimensões serem igualmente relevantes para todos os tipos de tecnologia, elas oferecem uma categorização útil para a comparação de uma variedade de opções de tecnologia de processo.

Nós podemos modificar nossas dimensões originais (escala, automação e integração) para espelhar mais exatamente as características da tecnologia de processo rica de TI. Características mais adequadas, portanto, são o conteúdo analítico e a conectividade. Nós argumentamos que essas novas características estavam superando a compensação da flexibilidade/custo tradicional e que as novas tecnologias de processo eram capazes de melhorar a flexibilidade operacional enquanto mantinham razoável eficiência subjacente e vice-versa.

### *Como o volume e a variedade de mercado influenciam a tecnologia de processo?*

Existe normalmente um relacionamento de ajuste diagonal "natural" entre as dimensões do volume/variedade e da tecnologia de processo. Por exemplo, quanto maior a unidade de capacidade, mais provável é ter capital em vez de trabalho in-

tensivo, o que dá mais oportunidade para a alta conexão entre as suas diversas partes. Onde a flexibilidade não é importante, mas alcançar altos volumes confiáveis e baixos custos de unidade é crítico, tais sistemas inflexíveis têm a oportunidade de mostrar como são bons. Reciprocamente, tecnologias de pequena escala, combinadas com uma equipe habilitada, tendem a ser mais flexíveis do que os sistemas proximamente conectados, de capital intensivo e grande escala. Como resultado, esses sistemas podem lidar com um alto grau de variedade.

### **Como a tecnologia de processo pode ser avaliada estrategicamente?**

A avaliação da tecnologia de processo literalmente significa determinar o seu valor ou a sua importância. Envolve explorar, compreender e descrever as consequências estratégicas da adoção de alternativas. Nós esboçamos três dimensões possíveis:

- 1 A “praticidade” da tecnologia indica o grau de dificuldade de adotá-la e deveria avaliar o investimento de tempo, esforço e dinheiro que será necessário.
- 2 A “aceitabilidade” da tecnologia é o quanto ela direciona uma empresa para os seus objetivos estratégicos. Por exemplo, a contribuição em termos de custo, qualidade, velocidade, etc., bem como o desenvolvimento de recursos estratégicos. Em termos gerais, é o retorno (definido de uma maneira geral) que a operação obtém da escolha de uma tecnologia de processo.
- 3 A “vulnerabilidade” da tecnologia indica até que ponto a empresa fica exposta se as coisas derem errado. É o risco que se corre ao escolher aquela tecnologia específica.

### **Leitura adicional**

- Bensaou, M. e Earl, M. (1998) “The right mind-set for managing information technology”, *Harvard Business Review*, setembro-outubro, pp. 119-28.
- Davenport, T. H. (1993) *Process Innovation*. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Edgerton, D. (2006) *The Shock of the Old: Technology in Global History Since 1900*. London: Profile Books.
- Hayes, R. H., Pisano, G.P., Upton, D.M. e Wheelwright, S.C. (2004) *Operations, Strategy and Technology: Pursuing the Competitive Edge*. John Wiley & Sons.
- Mckeen, J.D. (2003) *Making IT Happen: Critical Issues in Managing Information Technology*. John Wiley & Sons Series in Information Systems.
- Mills, P.K. e Moberg, D.J., et al. (eds) *Service Management Effectiveness*. San Francisco: Jossey Bass, pp. 97-125.
- Taninecz, G. (1996) “What’s the ROI?”, *IW Electronic and Technology*, Outubro, pp. 45-8.
- Hayes, R.H. e Wheelwright, S.C. (1984) *Restoring our Competitive Edge*. New York: John Wiley & Sons, pp. 212-27.

### **Nota sobre o capítulo**

- 1 Fontes: *The Economist* (2007) “Winning ways”, 27 janeiro; e Harel, D. (2000) *Computers Ltd: What They Really Can't Do*. Oxford: Oxford University Press.