CAPÍTULO 9

Desenho, competências e tecnologia organizacionais

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

Este capítulo focaliza a tecnologia e analisa como as organizações a utilizam para construir competências e criar valor. Também discute por que certas formas de estrutura organizacional são adequadas para diferentes tipos de tecnologia (nos capítulos anteriores foi abordado um método contingencial semelhante para examinar por que certos ambientes ou estratégias normalmente exigem o uso de certas formas de estrutura).

Após estudar este capítulo, você deverá estar apto a:

1. Identificar o que é tecnologia e como ela está relacionada com a eficácia organizacional.
2. Diferenciar três tipos de tecnologia que criam diferentes competências.
3. Entender como cada tipo de tecnologia precisa estar adequado a certo tipo de estrutura quando uma organização precisa ser eficaz.
4. Entender como a tecnologia afeta a cultura organizacional.
5. Apreciar como os avanços na tecnologia e as novas técnicas para gerenciá-la estão ajudando a aumentar a eficácia organizacional.

O QUE É TECNOLOGIA?

Quando pensamos em uma organização, comumente nos atemos ao que ela faz. Pensamos em fábricas, como a Whirlpool ou a Ford, como locais onde pessoas usam suas habilidades, maquinário e equipamentos para colocar peças em aparelhos, carros e outros produtos acabados. Vemos empresas de serviços, como hospitais e bancos, como locais onde as pessoas aplicam suas habilidades, usam maquinário e equipamentos para cuidar da saúde de outras pessoas ou para facilitar as transações financeiras dos clientes. Em todas as organizações industriais ou de serviços, as atividades são realizadas para criar valor – ou seja, insumos são convertidos em bens e serviços que satisfazem as necessidades das pessoas.

Tecnologia é a combinação de capacidade, conhecimento, habilidades, técnicas, materiais, máquinas, computadores, ferramentas e outros equipamentos que as pessoas utilizam para converter ou transformar matérias-primas, problemas e novas ideias em bens e serviços de valor. Quando as pessoas da Ford, da Mayo Clinic, da H&R Block e do Google usam suas habilidades, seu conhecimento, materiais, máquinas etc. para produzir um carro acabado, para curar um paciente, para proceder à devolução de impostos ou fazer um pedido on-line, elas estão usando a tecnologia para provocar uma mudança a fim de acrescentar valor.

Dentro de uma organização, a tecnologia existe em três níveis: individual, funcional e organizacional. No nível *individual*, a tecnologia é a habilidade pessoal, o conhecimento e as competências que homens e mulheres possuem; nos níveis *funcional* e *organizacional*, são os procedimentos e técnicas que grupos de pessoas desenvolvem para desempenhar seu trabalho, criando competências que constituem a tecnologia. As interações entre os membros de uma equipe de cirurgiões, os esforços conjuntos de cientistas em um laboratório de pesquisa e desenvolvimento, as técnicas desenvolvidas por trabalhadores em uma linha de montagem são exemplos de competências e tecnologia no nível funcional.

A maneira como uma organização transforma insumos em produtos normalmente é usada para caracterizar a tecnologia no nível *organizacional*. A **produção em massa** é a tecnologia organizacional baseada nas competências de usar um processo de montagem padronizado e progressivo para fabricar bens. **Trabalho manual** é a tecnologia que envolve grupos de trabalhadores habilidosos que interagem e combinam suas habilidades para produzir produtos personalizados. A diferença entre essas duas formas de tecnologia é ilustrada com clareza no quadro Insight Organizacional a seguir.

Insight Organizacional 9.1

Fabricação progressiva na Ford

Em 1913, Henry Ford abriu a fábrica de Highland Park para produzir o carro Model T. Ao fazer isso, mudou para sempre a maneira complexa como são fabricados produtos sofisticados como carros, e assim nascia a nova tecnologia da '*fabricação progressiva*' (termo de Ford), ou *produção em massa*. Antes de Ford introduzir a produção em massa, a maioria dos carros era fabricada de forma artesanal. Uma equipe de operários – um mecânico habilidoso e alguns ajudantes – realizava todas as operações necessárias para fabricá-lo. Trabalhadores manuais da indústria automotiva e de outras áreas possuem as habilidades para lidar com situações inesperadas quando surgem durante o processo de fabricação. Eles podem modificar peças mal alinhadas de modo que se encaixem perfeitamente, ou criar pequenos lotes de uma gama de produtos seguindo especificações. Como o trabalho manual se baseia nas habilidades e na perícia dos trabalhadores, constitui um método de fabricação caro e lento. Na busca por novas maneiras de melhorar a eficiência da fabricação, Ford desenvolveu o processo da fabricação progressiva.

Ford esboçou três princípios da fabricação progressiva:

1. O trabalho deve ser entregue ao operário; este não deve buscar o trabalho.[2] Na fábrica de Highland Park, uma esteira rolante móvel e mecanizada levava os carros até os operários. Estes não ultrapassavam uma fila de carros que estavam sendo montados.
2. O trabalho deve seguir uma sequência ordenada e específica, de modo que cada tarefa seja executada sobre a tarefa que a precede. Em Highland Park, a implementação dessa ideia ficou a cargo dos gerentes, que elaboravam a sequência de tarefas mais eficientes e as coordenavam com a velocidade da esteira rolante.
3. As tarefas individuais devem ser desmembradas em seus componentes mais simples para aumentar a especialização e criar uma divisão eficiente do trabalho. A montagem de uma lanterna traseira, por exemplo, pode ser dividida em duas tarefas separadas para ser executada durante todo o dia por dois operários diferentes. Um deles coloca lâmpadas em um painel refletivo, e o outro fixa uma lente vermelha sobre o painel.

Seguindo esses três princípios, Ford tornou a transformação das matérias-primas (peças componentes) em produtos (carros acabados) muito mais controlável e previsível do que era com o trabalho manual. Com a velocidade da esteira rolante, os supervisores não precisavam mais monitorar e instruir cada operário. No novo sistema de trabalho, a tarefa de um supervisor era avaliar o desempenho e disciplinar os trabalhadores quando apresentavam baixo rendimento. Os três princípios de Ford reduziram o nível de habilidade e competência necessário para os trabalhadores da produção. Um novo operário precisava apenas de dois dias para adquirir a habilidade necessária para realizar uma tarefa de linha de montagem típica.

Como resultado desse novo sistema de trabalho, em 1914 as fábricas de Ford empregavam 15 mil trabalhadores, e apenas 255 supervisores (sem incluir a alta administração). A relação entre trabalhadores e supervisores era de 58 por 1. Essa esfera de ação extremamente ampla tornou-se possível porque a sequência e o ritmo do trabalho não eram dirigidos pelos supervisores, mas controlados pela programação de trabalho e pela velocidade da linha de produção.[3] O sistema de produção em massa ajudou Ford a controlar muitos trabalhadores com um número relativamente baixo de supervisores, mas também criou uma hierarquia alta. A hierarquia em uma fábrica Ford típica possuía seis níveis, refletindo o fato de que a preocupação principal da gerência era a comunicação vertical da informação com a alta administração, que controlava a tomada de decisão para a fábrica inteira.

A introdução da tecnologia de produção em massa na produção de automóveis foi apenas uma das inovações da fabricação tecnológica de Henry Ford. Outra inovação foi o uso de peças intercambiáveis. Quando as peças são intercambiáveis, os componentes de diferentes fornecedores se encaixam; eles não precisam ser alterados para que possam se encaixar durante o processo de montagem. Com o antigo método de trabalho manual, era necessário alto nível de competência do trabalhador para encaixar perfeitamente os componentes fornecidos por diferentes fabricantes, que em geral diferiam em tamanho ou qualidade. Ford insistiu que os fabricantes de componentes seguissem especificações detalhadas para que as peças não precisassem de nenhuma retificação e sua força de trabalho relativamente desqualificada fosse capaz de montá-las com facilidade. Mais tarde, o desejo de controlar a qualidade das matérias-primas levou Ford a iniciar um extenso programa de integração vertical. Ele extraía minério de ferro em suas minas em Upper Michigan e o transportava em uma frota de vagões próprios até suas indústrias de aço em Detroit, onde o minério era fundido, laminado e moldado em peças de lataria padrão.

Como resultado dessas inovações tecnológicas no processo de fabricação, na década de 1920 a organização de Henry Ford estava produzindo mais de 2 milhões de carros por ano. Devido a seus eficientes métodos de fabricação, ele conseguiu reduzir o preço de um carro em dois terços. Essa vantagem no preço, por sua vez, criou um mercado de massa para seu produto.[4] Evidentemente, quando avaliada por seus padrões de eficiência técnica e pela capacidade de satisfazer stakeholders externos, como os clientes, a Ford Motor Company era uma organização bastante eficiente. Dentro das fábricas, no entanto, a situação não era tão otimista.

Os operários odiavam seu trabalho. Os gerentes de Ford respondiam a seu descontentamento com repressão. Os trabalhadores ficavam sob constante vigilância. Eles não podiam conversar na linha de produção e seu comportamento, tanto na fábrica quanto fora dela, era monitorado de perto (por exemplo, não era permitido o consumo de bebidas alcoólicas, mesmo quando não estavam no trabalho). Os supervisores podiam demitir instantaneamente trabalhadores que desobedecessem a qualquer regra. Era tanta a repressão que, em 1914, eram tantos os funcionários demitidos ou que se demitiam que 500 deles precisavam ser contratados, a cada dia, para manter a força de trabalho em 15 mil trabalhadores.[5] Era evidente que a nova tecnologia de produção em massa estava impondo exigências severas demais nos operários.

TECNOLOGIA E EFICÁCIA ORGANIZACIONAL

No Capítulo 1, vimos que as organizações tomam matérias-primas do ambiente e criam valor a partir delas, transformando-as em produtos por meio de processos de transformação (veja a Figura 9.1). Embora normalmente pensemos em tecnologia apenas na fase da transformação, ela está presente em todas as atividades organizacionais: entrada, transformação e saída.[1]

Na fase de *entrada*, a tecnologia – habilidades, procedimentos, técnicas e competências – permite que cada função cuide das relações com stakeholders para que a organização possa administrar com eficiência seu ambiente. O departamento de recursos humanos, por exemplo, usa técnicas como procedimentos de entrevista e exames psicológicos para recrutar e selecionar funcionários qualificados. O departamento de gerenciamento de materiais possui competências para lidar com fornecedores de insumos, para negociar termos contratuais favoráveis e para obter peças de componentes de baixo custo e alta qualidade. O departamento de finanças utiliza técnicas para obter capital a um custo favorável para a empresa.

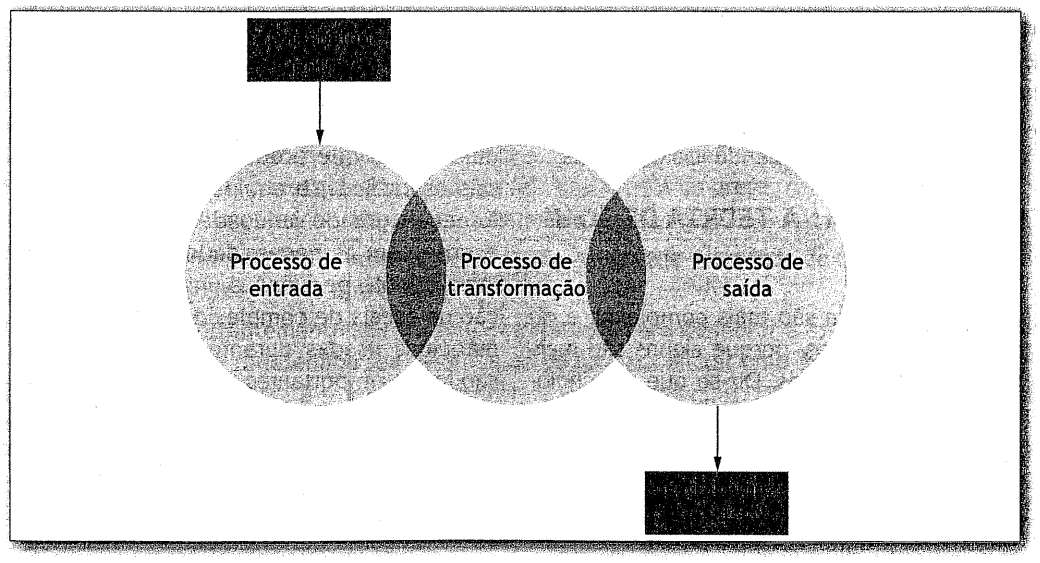
Na fase da *transformação*, a tecnologia – uma combinação de máquinas, técnicas e procedimentos de trabalho – transforma matérias-primas em produtos. A melhor tecnologia permite que uma organização acrescente o máximo de valor às suas matérias-primas e que seja mínimo o custo dos recursos organizacionais. Muitas vezes, as organizações procuram melhorar a eficiência de seus processos de transformação treinando empregados em novas técnicas de gerenciamento de tempo e permitindo-lhes descobrir maneiras melhores de realizar suas tarefas.

Na fase de *saída*, a tecnologia permite que uma organização disponha eficientemente de bens e serviços acabados para stakeholders externos. Para ser eficiente, ela precisa possuir competências em testar a qualidade do produto acabado, em comercializar o produto em gerenciar o serviço de pós-venda aos clientes.

A tecnologia dos processos de entrada, transformação e saída é importante fonte de vantagem competitiva para uma organização. Por que a Microsoft é a empresa de software mais bem-sucedida? Por que a Toyota é a fabricante de automóveis de maior qualidade? Por que o McDonald's é a empresa de fast-food mais eficiente? Por que o Walmart consistentemente supera o Kmart e a Sears? Cada uma dessas empresas ultrapassa-se no desenvolvimento, gerenciamento e uso da tecnologia para criar competências que resultam em aumento de valor para os stakeholders.

Vimos, no Capítulo 1, os três métodos principais para medir e aumentar a eficácia organizacional (veja a Tabela 1.1). Uma organização que emprega a *abordagem de recursos externos* usa a tecnologia para aumentar sua capacidade de gerenciar e controlar stakeholders externos. Qual-

Figura 9.1 Processos de entrada, transformação e saída



quer novo desenvolvimento tecnológico que permita que uma empresa melhore seu serviço ao consumidor, como a capacidade de customizar produtos ou aumentar a qualidade e a confiabilidade deles, aumenta sua eficácia.

Uma organização que emprega a *abordagem de sistemas internos* usa a tecnologia para aumentar o sucesso de suas tentativas de inovar, desenvolver novos produtos, serviços e processos e reduzir o tempo necessário para introduzir novos produtos ao mercado. Como vimos anteriormente, a introdução da produção em massa na fábrica de Highland Park permitiu a Henry Ford fabricar um novo tipo de produto: um carro para o mercado de massa.

Uma organização que emprega a *abordagem técnica* usa a tecnologia para melhorar a eficiência e reduzir os custos, enquanto, simultaneamente, aumenta a qualidade e a confiabilidade de seus produtos. Ford aumentou a eficácia de sua empresa utilizando seus recursos para criar carros de melhor qualidade a um custo mais baixo tanto para o fabricante quanto para o consumidor.

As organizações usam a tecnologia para se tornar mais eficientes, mais inovadoras e mais capazes de atender às necessidades e aos desejos dos stakeholders. Cada departamento ou função, em uma organização, é responsável por desenvolver competências e tecnologia que lhe permita contribuir para o desempenho organizacional. Quando uma organização possui tecnologia que lhe permita criar valor, ela precisa de uma estrutura que maximize a eficácia da tecnologia. Assim como as características do ambiente exigem que as organizações façam certas escolhas de projeto organizacionais, as características de diferentes tecnologias afetam a escolha da estrutura de uma organização.

Nas próximas três seções, vamos examinar três teorias da tecnologia que são tentativas de perceber a maneira como diferentes tecnologias funcionais e organizacionais funcionam e afetam o projeto da empresa. Essas três teorias são *complementares*, já que cada uma destaca alguns aspectos da tecnologia que as outras não têm, e são necessárias para compreender as características dos diferentes tipos de tecnologias. Os administradores, em todos os níveis e funções, podem usar essas teorias para (1) escolher a tecnologia que transformará de modo mais eficaz insumos em produtos e (2) desenhar uma estrutura que permita à organização operar a tecnologia de maneira eficiente. Portanto, é importante que esses administradores entendam o conceito da complexidade técnica, as diferenças fundamentais entre tarefas rotineiras e complexas e o conceito de interdependência de tarefas.

COMPLEXIDADE TÉCNICA: A TEORIA DE JOAN WOODWARD

Alguns tipos de tecnologia são mais complexos e difíceis de controlar do que outros, porque alguns são mais difíceis de se programar que outros. Diz-se que a tecnologia é **programada** quando os procedimentos para converter insumos em produtos podem ser especificados antecipadamente, de modo que as tarefas podem ser padronizadas e o processo de trabalho pode ser previsível. O McDonald's usa uma tecnologia altamente programada para produzir hambúrgueres, e a Ford a utiliza para produzir carros. Essas empresas fazem isso para controlar a qualidade de seus produtos – hambúrgueres ou carros. Quanto mais difícil é especificar o processo para converter insumos em produtos, mais difícil é controlar o processo de produção e torná-lo previsível.

De acordo com a pesquisadora Joan Woodward, a **complexidade técnica** de um processo de produção – ou seja, a extensão em que ele pode ser programado, de modo a ser controlado e se tornar previsível – é a importante dimensão que diferencia as tecnologias.[6] A *alta complexidade técnica* ocorre quando os processos de transformação podem ser programados de antemão e ser totalmente automatizados. Com a automação total, as atividades de trabalho e os produtos que delas resultam são padronizados e podem ser previstos com precisão. A *baixa complexidade técnica* ocorre quando os processos de transformação dependem sobretudo de pessoas e suas habilidades e conhecimento, e não de máquinas. Com maior envolvimento humano e menor dependência das máquinas, as atividades de trabalho não podem ser programadas antecipadamente e os resultados dependem das habilidades das pessoas envolvidas.

A produção de serviços, por exemplo, costuma se basear muito mais no conhecimento e na experiência dos empregados que interagem diretamente com os clientes para produzir o produto final do que em máquinas e outros equipamentos. A natureza intensiva em trabalho dos serviços torna especialmente difícil padronizar e programar as atividades de trabalho e controlar o processo de trabalho. Quando os processos de transformação dependem sobretudo do desempenho das pessoas, e não das máquinas, a complexidade técnica é baixa e a dificuldade em manter a qualidade e a consistência da produção é alta.

Joan Woodward identificou dez níveis de complexidade técnica, que ela associou com três tipos de tecnologia de produção: (1) tecnologia de lote pequeno e unidade, (2) tecnologia de lote grande e massa e (3) tecnologia de processo contínuo.[7]

Tecnologia de produção de pequenos lotes ou unitária

As organizações que empregam tecnologia de lote pequeno e unidade criam produtos personalizados de vários tipos ou pequenas quantidades de produtos. São exemplos dessas organizações: uma marcenaria que fabrica móveis projetados para atender aos gostos de algumas pessoas; uma gráfica que produz convites de casamento para casais específicos; e equipes de cirurgiões e hospitais que fornecem grande variedade de serviços personalizados, de acordo com as necessidades de cada paciente. A tecnologia de lote pequeno e unidade marca a menor pontuação na escala de complexidade técnica, porque quaisquer máquinas usadas durante o processo de transformação são menos importantes do que as habilidades e o conhecimento das pessoas. Elas decidem como e quando usar as máquinas, e o processo operacional da produção reflete suas decisões sobre como aplicar seu conhecimento. Uma marcenaria que trabalha por encomenda, por exemplo, usa uma gama de ferramentas – incluindo tornos, marte-

los, plainas e serras – para transformar chapas em um armário. Entretanto, quais ferramentas são usadas e a ordem em que são usadas depende da maneira como o marceneiro escolhe produzir o armário. Com a tecnologia de lote pequeno e unidade, o processo de transformação é flexível, porque o profissional adapta técnicas para atender aos pedidos dos clientes.

A flexibilidade da tecnologia de lote pequeno permite a uma organização produzir ampla gama de produtos que podem ser personalizados. Estilistas de alta moda e fabricantes de produtos como perfumes finos, carros personalizados e móveis sob medida usam tecnologia de lote pequeno. Esta tecnologia permite que um fabricante de móveis sob medida, por exemplo, atenda ao pedido de um cliente, produzindo determinado estilo de mesa feita de determinado tipo de madeira.

A tecnologia de lote pequeno é relativamente cara de operar, porque o processo de trabalho é imprevisível e a produção de produtos personalizados sob medida dificulta a programação antecipada das atividades de trabalho. Entretanto, a flexibilidade e a capacidade de responder a uma extensa gama de pedidos de clientes tornam essa tecnologia ideal para produzir produtos novos ou complexos. O Google usa tecnologia de lote pequeno quando solicita que uma equipe de programadores desenvolva novas aplicações de software; assim também procede um fabricante de donuts, como veremos no próximo quadro Insight Organizacional.

Tecnologia de produção de grandes lotes e em massa

Para aumentar o controle sobre o processo de trabalho e torná-lo previsível, as organizações costumam usar mais máquinas e equipamentos – ou seja, elas tentam elevar o nível de complexidade técnica e aumentar sua eficiência. As organizações que empregam tecnologia de produção de lote grande ou em massa produzem grandes volumes de produtos padronizados, como carros, lâminas, tubos de alumínio e refrigerantes. São exemplos dessas organizações: a Ford, a Gillette, a Crown Cork e Seal e a Coca-Cola. Com a tecnologia de produção de lote grande e em massa, as máquinas controlam o processo de trabalho. Seu uso permite que as tarefas sejam previamente especificadas e programadas. Em consequência, as atividades de trabalho são padronizadas e o processo de produção é altamente controlável.[8] Em vez de uma equipe de trabalhadores manuais fabricar móveis personalizados peça por peça, por exemplo, serras de alta velocidade e tornos cortam e modelam chapas em componentes padronizados que são montados em milhares de mesas ou cadeiras idênticas por operários inexperientes em uma linha de produção.

O controle proporcionado pela tecnologia de produção de lote grande e em massa permite que uma organização poupe dinheiro na produção e cobre menor preço por seus produtos. Como descreve o quadro Insight Organizacional 9.1, Henry Ford mudou a história da indústria quando substituiu a produção de lote pequeno (a montagem de carros um por um por operários qualificados) pela produção em massa para fabricar o Model T. O uso de uma esteira rolante, de peças padronizadas e intercambiáveis, de tarefas especializadas e progressivas tornou os processos de transformação na fábrica de Highland Park mais eficientes e produtivos. Os custos de produção despencaram e Ford pôde reduzir o custo de um Model T e criar um mercado de massa para seu produto.

Insight Organizacional 9.2

Os donuts de lote pequeno da Krispy Kreme

Fundada em 1937 em Newington, Connecticut, a Krispy Kreme é uma grande revendedora de donuts de primeira qualidade. Eles possuem ampla fidelização de clientes e preço alto, devido a seu sabor e qualidade únicos. A maneira como a empresa usa produção de lote pequeno para aumentar sua eficiência operacional e a atenção ao cliente é digna de nota. A Krispy Kreme chama suas operações de produção de 'teatro do donut', porque seu *layout* físico é projetado de modo que os clientes possam ver e cheirar os donuts enquanto são produzidos pelas impressionantes máquinas construídas pela empresa.

Quais são os elementos de seus métodos de produção de lote pequeno? A história começa com a receita secreta de 65 anos de idade de donuts, que é mantida trancada em uma caixa-forte. Nenhuma das franquias sabe a receita para fazer os donuts; a Krispy Kreme vende a massa pronta e outros ingredientes para suas lojas. Como até mesmo as máquinas usadas para produzir os donuts são projetadas e fabricadas pela empresa, nenhum fabricante de donut pode imitar seus métodos únicos de preparo e criar um produto concorrente similar.

As máquinas de fazer donuts são projetadas para produzir uma grande variedade de tipos de donuts em pequenas quantidades, e cada loja produz e vende entre 48 mil e 120 mil donuts por dia.

A Krispy Kreme refina constantemente seu sistema de produção para melhorar a eficiência de suas operações de lote pequeno. Por exemplo, ela redesenhou sua máquina de donut para incluir uma extrusora de alta tecnologia que usa pressão de ar para forçar a massa a sair em fila depois de anéis ou conchas. Os empregados costumavam ter que ajustar a pressão do ar manualmente quando necessário. Agora isso é feito de modo automático. Um novo *icer* mergulha bolos prontos em um reservatório de glacê de chocolate; os funcionários tinham que enfiar manualmente os donuts de dois em dois antes de a máquina ser inventada. Embora essas inovações possam parecer pequenas, em centenas de lojas e milhões de donuts, elas acrescentam significantes ganhos em produtividade – e clientes mais satisfeitos.

Tecnologia de produção por processo contínuo

Com a tecnologia de processo contínuo, a complexidade técnica atinge seu ápice. Entre as organizações que empregam essa tecnologia estão aquelas que fabricam produtos baseados em óleo e produtos químicos, como Exxon, DuPont e Dow, e empresas de fermentação, como Anheuser-Busch e Miller Brewing. Na produção de processo contínuo, o processo de transformação é quase totalmente automatizado e mecanizado; em geral, os empregados não são diretamente envolvidos. Seu papel na produção é monitorar a fábrica e seu maquinário e garantir sua operação eficiente.[9] Sua tarefa é sobretudo gerenciar exceções no processo de trabalho, como a parada de uma máquina ou o mau funcionamento de um equipamento.

A principal característica da tecnologia de processo contínuo é a suavidade de sua operação. A produção segue com pouca variação no produto e raramente para. Em uma refinaria de petróleo, por exemplo, o petróleo bruto, trazido de modo ininterrupto para a refinaria por petroleiros, flui através de dutos até torres de decomposição, onde seus componentes químicos são extraídos e enviados a outras partes da refinaria para mais refino. Os produtos finais, como gasolina, óleo diesel, benzina e graxa, saem da fábrica em caminhões para serem distribuídos aos clientes. Os operários, em uma refinaria ou indústria química, raramente veem o que estão produzindo. A produção acontece através de canais e máquinas. Empregados em uma sala de controle central monitoram medidores e mostradores para garantir que o processo ocorra de maneira tranquila, segura e eficiente.

A produção de processo contínuo tende a ser mais eficiente tecnicamente do que a produção em massa porque ela é mais mecanizada e automatizada e, portanto, mais previsível e fácil de controlar. Ela é mais econômica do que a produção de unidade e a produção em massa porque os custos do trabalho representam uma proporção muito pequena de seu custo total. Quando operada em capacidade total, a tecnologia de processo contínuo possui os menores custos de produção.

Woodward observou que uma organização normalmente procura usar mais máquinas (se for prático fazer isso) e mudar do lote pequeno para a produção em massa e o processo contínuo a fim de reduzir custos. Existem, no entanto, exceções para essa progressão. Para muitas atividades organizacionais, a mudança para a produção automática não é possível nem prática. O desenvolvimento de protótipos, a pesquisa básica de novos medicamentos ou computadores, a operação de hospitais e escolas, por exemplo, são intrinsecamente imprevisíveis e, portanto, difíceis de programar previamente com uma máquina automatizada. Um laboratório farmacêutico não poderia dizer "nosso departamento de pesquisa irá inventar três novos medicamentos – um para diabetes e dois para hipertensão – a cada seis meses". Essas invenções são resultado de tentativa e erro e dependem das habilidades e do conhecimento dos pesquisadores. Além disso, muitos clientes estão dispostos a pagar preços elevados por produtos personalizados, que atendam a seus gostos individuais, como roupas ou joias exclusivas. Portanto, existe um mercado para os produtos de empresas de lote pequeno, mesmo que os custos de produção sejam altos.

Complexidade técnica e estrutura organizacional

Um dos objetivos de Woodward em classificar as tecnologias conforme sua complexidade técnica foi descobrir se a tecnologia de uma organização afetava o projeto de sua estrutura. Especificamente, ela queria verificar se organizações eficientes tinham estruturas que atendiam às necessidades de suas tecnologias. Uma comparação das características estruturais das organizações utilizando cada uma das três tecnologias revelou diferenças sistemáticas na relação tecnologia-estrutura

Na base de suas descobertas, Woodward argumentou que cada tecnologia está associada com uma estrutura diferente porque cada uma apresenta diferentes problemas de controle e coordenação. Organizações com tecnologia de lote pequeno normalmente possuem três níveis em sua hierarquia; organizações com tecnologia de produção em massa têm quatro níveis; e organizações com tecnologia de processo contínuo, seis níveis. À medida que a complexidade técnica aumenta, as organizações se tornam mais altas e a abrangência do controle do CEO se expande. A abrangência do controle dos supervisores de primeira linha se amplia e depois se estreita. Ela é relativamente pequena com a tecnologia de lote pequeno, alarga-se de modo significativo com a tecnologia de produção em massa e se estreita de maneira drástica com a tecnologia de processo contínuo. Essas observações resultam nas estruturas de formatos diferentes. Por que a natureza da tecnologia de uma organização produz esses resultados?

O principal problema de coordenação associado à *tecnologia de lote pequeno* é a impossibilidade de programar atividades de transformação, porque a produção depende das habilidades e da experiência de pessoas trabalhando em conjunto. Uma organização que usa esse tipo de tecnologia precisa dar às pessoas a liberdade de tomar as próprias decisões, de modo que possam responder de modo rápido e flexível aos pedidos dos clientes e produzir o produto exatamente como desejam. Por esse motivo, tal organização possui estrutura relativamente plana (três níveis de hierarquia) e a tomada de decisão é descentralizada, estando a cargo de pequenas equipes em que supervisores de primeira linha possuem abrangência relativamente pequena do controle (23 empregados). Com a tecnologia de lote pequeno, cada supervisor e grupo de trabalho decide como gerenciar cada decisão à medida que se torna necessário e em cada etapa do processo produção. Esse tipo de tomada de decisão requer ajuste – comunicação pessoal e direta com colegas e, com frequência, com clientes. A estrutura mais apropriada para a tecnologia de lote pequeno e unidade é uma estrutura orgânica, em que os gerentes e empregados trabalham próximos para coordenar suas atividades a fim de atender às exigências dinâmicas do trabalho – como mostra a estrutura relativamente nivelada da Figura 9.3.[10]

Em uma organização que usa *tecnologia de produção em massa*, a capacidade de programar tarefas previamente per-

mite a padronização do processo de fabricação, assim como torná-lo previsível. A abrangência do controle do supervisor de primeira linha aumenta para 48, porque a formalização através de regras e procedimentos constitui o principal método de coordenação. A tomada de decisão se torna centralizada e a hierarquia da autoridade se torna mais alta (quatro níveis), já que os gerentes dependem da comunicação vertical para controlar o processo de trabalho. Uma *estrutura mecânica* se mostra a estrutura apropriada para controlar as atividades de trabalho em um cenário de produção em massa, e a estrutura organizacional se torna mais alta e mais larga.

Em uma organização que usa *tecnologia de processo contínuo*, as tarefas podem ser programadas previamente e o trabalho é previsível e controlável em um sentido técnico, mas ainda existe o risco de uma grande paralisação de sistemas. O principal problema de controle que a organização enfrenta é monitorar o processo de produção para controlar e corrigir eventos imprevistos antes que eles conduzam ao desastre. As consequências de um duto defeituoso em uma refinaria de petróleo ou indústria química, por exemplo, são desastrosas. Acidentes em uma usina nuclear, outro uso da tecnologia de processo contínuo, também podem ter efeitos catastróficos, como mostraram os acidentes em Chernobyl e Three Mile Islands.

A necessidade de monitorar constantemente o sistema operacional e de garantir que cada empregado esteja familiarizado com os procedimentos operacionais aceitos é a razão pela qual a tecnologia de processo contínuo está associada com a hierarquia mais alta da autoridade (seis níveis). Os gerentes, em todos os níveis, precisam monitorar de perto as ações de seus subordinados. A hierarquia em forma de losango reflete o fato de os supervisores de primeira linha precisarem de uma abrangência de controle estreita. Muitos supervisores são necessários para supervisionar operários de baixo nível e para monitorar e controlar equipamentos sofisticados. Como os empregados também colaboram em equipe e realizam em conjunto procedimentos para gerenciar e reagir a situações inesperadas, o ajuste se torna o principal meio de coordenação. Assim, uma *estrutura orgânica* é a estrutura apropriada para gerenciar tecnologia de processo contínuo, porque o potencial para eventos imprevisíveis exige a capacidade de fornecer respostas rápidas e flexíveis.

O pesquisador Charles Perrow argumenta que a tecnologia de processo contínuo, como aquela utilizada em usinas nucleares, é tão complicada que é incontrolável.[11] Perrow reconhece que os sistemas de controle são projetados com sistemas de *backup* para manipular problemas à medida que surgem e que existem sistemas de *backup* para compensar quando os próprios sistemas de *backup* falham. Ele acredita, no entanto, que o número de eventos inesperados que podem ocorrer quando a complexidade técnica é muito alta (como nas usinas nucleares) é tão grande que os gerentes não podem reagir com a rapidez necessária para resolver todos os problemas que podem surgir. Perrow alega que algumas tecnologias de processo contínuo são tão complexas que nenhuma estrutura organizacional pode permitir que os gerentes as operem com segurança, nenhum procedimento operacional padrão pode ser criado para administrar problemas antecipadamente, nenhum mecanismo de integração usado para promover ajustes será capaz de resolver problemas que surgirem. Uma implicação da visão de Perrow é que as usinas nucleares deveriam ser fechadas, por serem complexas demais para funcionar com segurança. Outros pesquisadores, contudo, discordam, argumentando que, quando o equilíbrio entre controle centralizado e descentralizado é atingido, a tecnologia pode ser operada com segurança.

O imperativo tecnológico

Os resultados de Woodward sugerem enfaticamente que a tecnologia é um importante fator que determina o desenho da estrutura organizacional.[12] Seus resultados implicam que, se uma empresa opera usando certa tecnologia, então ela precisa adotar certo tipo de estrutura para ser eficiente. Se uma empresa usa tecnologia de produção em massa, por exemplo, ela deve ter uma estrutura mecânica com seis níveis na hierarquia, uma abrangência de controle de 1 a 48, e assim por diante, para ser eficiente. O argumento de que a tecnologia determina a estrutura é conhecido como **imperativo tecnológico**.

Outros pesquisadores também interessados na relação tecnologia-estrutura acham que os resultados de Woodward podem ter sido consequência da amostra de empresas que ela estudou e que podem ter exagerado a importância da tecnologia.[13] Ressaltaram que a maioria das empresas que Woodward estudou eram relativamente pequenas (82 por cento tinham menos de 500 empregados) e sugeriram que sua amostra pode ter influenciado seus resultados. Eles reconhecem que a tecnologia pode ter um impacto importante na estrutura de uma pequena empresa de manufatura,[13] porque melhorar a eficiência da fabricação pode ser a principal prioridade de sua administração. Mas sugeriram que a estrutura de uma organização que possui 5 mil ou 500 mil empregados (como a Exxon, a GM ou a IBM) tenha menor probabilidade de ser determinada pela tecnologia usada para fabricar seus diversos produtos.

Em uma série de estudos conhecidos como os Estudos de Aston, pesquisadores concordaram que a tecnologia tem algum efeito sobre a estrutura organizacional: quanto mais a tecnologia de uma empresa é mecanizada ou automatizada, mais provavelmente ela apresentará uma estrutura mecânica altamente centralizada e padronizada. Mas os Estudos de Aston concluíram que o tamanho da organização é mais importante do que a tecnologia na determinação da escolha de sua estrutura.[14] Vimos, nos capítulos anteriores, que à medida que uma organização cresce e se diferencia, surgem problemas de controle e coordenação que mudanças na estrutura organizacional precisam resolver. Os pesquisadores de Aston argumentam que, embora a tecnologia possa afetar de maneira considerável a estrutura de pequenas organizações, a estrutura adotada por grandes organizações pode ser produto de outros fatores que levam uma organização a crescer e se diferenciar.

Vimos no Capítulo 8 que a estratégia organizacional e a decisão de produzir uma gama mais ampla de produtos e

conquistar novos mercados podem levar uma organização a crescer e adotar uma estrutura mais complexa. Assim, as escolhas estratégicas que uma organização – em especial uma grande organização – faz, sobre quais produtos fabricar e para quais mercados, afetam o desenho de sua estrutura tanto quanto ou mais do que a tecnologia que ela usa para elaborar os produtos. Para pequenas organizações, ou para funções ou departamentos dentro de grandes organizações, a relevância da tecnologia como determinante da estrutura pode ser mais importante do que para grandes organizações.[15]

TAREFAS ROTINEIRAS E COMPLEXAS: A TEORIA DE CHARLES PERROW

Para entender por que algumas tecnologias são mais complexas (mais imprevisíveis e difíceis de controlar) do que outras, é necessário entender por que as tarefas associadas a algumas tecnologias são mais complexas do que aquelas associadas a outras tecnologias. O que faz uma tarefa ser mais difícil do que outra? Por que, por exemplo, normalmente pensamos que a tarefa de servir hambúrgueres em uma lanchonete fast-food é mais rotineira – ou seja, mais previsível e controlável – do que a tarefa de programar um computador ou realizar uma cirurgia de cérebro? Se todas as possíveis tarefas que as pessoas realizam forem consideradas, que características dessas tarefas nos levam a crer que algumas são mais complexas do que outras? De acordo com Charles Perrow, duas dimensões fundamentam a diferença entre tarefas e tecnologias rotineiras e complexas: a variabilidade e a analisabilidade de tarefa.[16]

Variabilidade e analisabilidade de tarefa

Variabilidade de tarefa é o número de exceções – situações novas ou inesperadas – que uma pessoa encontra enquanto realiza uma tarefa. As exceções podem ocorrer nas fases de entrada, de transformação ou de saída. A variabilidade é alta quando uma pessoa pode esperar encontrar muitas situações novas ou problemas ao realizar sua tarefa. Em um hospital, durante uma cirurgia, por exemplo, há muita chance de problemas inesperados ocorrerem. O estado do paciente pode ser mais grave do que os médicos avaliaram, ou o cirurgião pode cometer um erro. Aconteça o que acontecer, o cirurgião e sua equipe precisam ter a capacidade de se ajustar rapidamente às novas situações na medida em que surgem. Da mesma forma, uma grande variabilidade na qualidade dos materiais brutos dificulta bastante gerenciar e manter a qualidade consistente durante a fase de transformação.

A variabilidade é baixa quando uma tarefa é altamente padronizada ou repetitiva, de modo que um trabalhador depare com a mesma situação todas as vezes.[17] Em uma lanchonete fast-food, por exemplo, o número de exceções para determinada tarefa é limitado. Cada cliente faz um pedido diferente, mas, como todos eles precisam fazer suas escolhas de um mesmo menu limitado, os funcionários raramente enfrentam situações inesperadas. Na verdade, o menu em um restaurante fast-food é projetado para baixa variabilidade de tarefa, o que mantém os custos baixos e a eficiência alta.

Analisabilidade de tarefa é o grau em que a atividade de busca e coleta de informações é exigida para resolver um problema. Quanto mais analisável é uma tarefa, menos atividade de pesquisa é necessária. Essas tarefas são rotineiras porque as informações e procedimentos necessários para realizá-las já foram descobertos, regras já foram criadas e formalizadas e a maneira de executá-las pode ser programada com antecedência. Por exemplo, embora um cliente possa escolher milhares de combinações de comida em uma lanchonete fast-food, a tarefa do funcionário de atender ao pedido de cada cliente é relativamente simples. O problema de combinar comidas e colocá-las em uma embalagem é fácil de analisar: o atendente apanha a bebida e a coloca dentro dela, depois acrescenta batatas fritas, hambúrguer etc., dobra a boca da embalagem e a entrega ao cliente. Pouco raciocínio ou julgamento é necessário para o atendimento de um pedido.

As tarefas são difíceis de analisar quando não podem ser programadas – ou seja, quando procedimentos para executá-las e lidar com exceções não podem ser elaborados com antecedência. Se uma pessoa encontra uma exceção, as informações necessárias para criar os procedimentos para resolver o problema precisam ser buscadas ativamente. Por exemplo, um cientista tentando desenvolver um novo medicamento anticancerígeno, sem efeitos colaterais, ou um programador de software trabalhando em um programa que permita aos computadores entender palavras faladas, precisam gastar tempo e esforço consideráveis coletando dados e elaborando os procedimentos para resolver problemas. Muitas vezes, a busca por uma solução termina em falha. Pessoas trabalhando em tarefas com baixa analisabilidade precisam usar seu conhecimento e julgamento para buscar novas informações e procedimentos para solucionar problemas. Quando grande quantidade de atividade de pesquisa e criatividade são necessárias para encontrar uma solução para resolver um problema e procedimentos não podem ser programados com antecedência, as tarefas tornam-se complexas e não rotineiras.

Juntas, a analisabilidade e a variabilidade de tarefa explicam por que algumas tarefas são mais rotineiras do que outras. Quanto maior for o número de exceções encontradas pelos empregados no processo de trabalho e quanto maior for a quantidade de conduta de pesquisa para encontrar uma solução para cada exceção, mais complexas e menos rotineiras serão as tarefas. Para tarefas rotineiras, existem, nas palavras de Perrow, "técnicas bem estabelecidas que certamente funcionarão e são aplicadas para materiais brutos essencialmente semelhantes. Ou seja, existe pouca incerteza sobre métodos e pouca variedade ou mudança na tarefa que precisa ser realizada".[18] Para tarefas complexas, "há poucas técnicas estabelecidas; existe pouca certeza sobre os métodos ou se eles funcionarão ou não. Mas isso também significa que pode haver grande variedade de tarefas diferentes a serem realizadas".[19]

Quatro tipos de tecnologia

Perrow usou a variabilidade e a analisabilidade de tarefa para diferenciar quatro tipos de tecnologia: fabricação de rotina, trabalho manual, produção de engenharia e pesquisa não rotineira.[20] O modelo que criou possibilita categorizar a tecnologia de uma organização e a tecnologia dos departamentos e funções dentro dela.

Fabricação rotineira

A fabricação rotineira é caracterizada pela baixa variabilidade e alta analisabilidade de tarefa. Poucas exceções são encontradas no processo de trabalho e, quando uma exceção ocorre, pouca atividade de pesquisa é necessária para lidar com ela. A produção em massa é representativa da tecnologia rotineira.

Nos cenários de produção em massa, as tarefas são divididas em passos simples para minimizar a possibilidade de exceções e os insumos são padronizados para minimizar os transtornos no processo de produção. Existem procedimentos-padrão a serem seguidos se uma exceção ou um problema se apresentam. As vantagens de baixo custo da produção em massa são obtidas reduzindo a variabilidade das tarefas e aumentando sua analisabilidade. Uma razão por que os custos do McDonald's são mais baixos do que os dos concorrentes é que ele aerodinamiza constantemente suas escolhas de menu e padroniza suas atividades para reduzir a variabilidade e aumentar a analisabilidade de tarefa.

Trabalho manual/craft

Com a tecnologia manual, a variabilidade de tarefa é baixa (apenas uma pequena faixa de exceções é encontrada), assim como a analisabilidade (um alto nível de atividade de pesquisa é necessário para encontrar a solução para os problemas). Os empregados de uma organização que use esse tipo de tecnologia precisam adaptar os procedimentos existentes às novas situações para encontrar novas técnicas de tratar problemas de modo mais eficaz. Essa tecnologia foi usada para fabricar os primeiros automóveis, como vimos anteriormente. Outros exemplos de trabalho manual são a fabricação de produtos especializados ou personalizados, como móveis, roupas e máquinas, e atividades como carpintaria e encanamento. As tarefas que um encanador, por exemplo, é chamado a realizar centralizam-se na instalação ou reparo de tubulações hidráulicas de banheiro ou cozinha. Mas, como cada casa é diferente, o encanador precisa adaptar as técnicas do ofício a cada situação e encontrar uma solução para cada construção.

Produção de engenharia

Com a tecnologia de produção de engenharia, tanto a variabilidade como a analisabilidade de tarefa são altas. O número ou variedade de exceções com que os empregados podem se deparar na tarefa é alto, mas é relativamente fácil encontrar uma solução, porque procedimentos-padrão bem entendidos foram estabelecidos para tratar as exceções. Como esses procedimentos em geral são codificados em fórmulas técnicas, tabelas ou manuais, a resolução de um problema boa parte das vezes é uma questão de identificar e aplicar a técnica certa. Portanto, em organizações que usam a tecnologia de produção de engenharia, os procedimentos existentes são usados para fabricar muitos tipos de produtos. Uma indústria pode se especializar em fabricar máquinas sob medida, como furadeiras ou motores elétricos. Uma empresa de arquitetos pode se especializar em projetar apartamentos que atendam às necessidades de diferentes construtores. Um grupo de engenharia civil pode usar suas habilidades em construir aeroportos, barragens e projetos hidrelétricos para atender às necessidades de clientes em todo o mundo. Assim como o trabalho manual, a produção de engenharia é uma forma de tecnologia de lotes pequenos, porque as pessoas são responsáveis sobretudo por desenvolver técnicas para resolver problemas específicos.

Pesquisa não rotineira

A tecnologia de pesquisa não rotineira é caracterizada pela alta variabilidade e pela baixa analisabilidade de tarefa e é a mais complexa e menos rotineira das quatro tecnologias da classificação de Perrow. As tarefas são complexas porque não só o número de situações inesperadas é grande, mas também porque a atividade de pesquisa é alta. Cada nova situação cria a necessidade de expandir os recursos para lidar com ela.

Atividades de pesquisa e desenvolvimento de alta tecnologia são exemplos de pesquisa não rotineira. Para as pessoas que trabalham na vanguarda do conhecimento técnico, não existem soluções prontas para os problemas. Podem existir milhares de passos definidos a serem seguidos na construção da ponte perfeita (tecnologia de produção de engenharia), mas há poucos passos definidos a tomar para descobrir a cura da Aids.

A equipe de alta gerência de uma organização é outro exemplo de um grupo que usa tecnologia de pesquisa. A função da equipe é traçar o caminho futuro da organização e tomar decisões de recurso que provavelmente irão garantir seu sucesso. Entretanto, essas decisões são tomadas em um contexto de incerteza, pois não sabem o quanto serão bem-sucedidos. Planejamento e prognóstico feitos pela alta gerência, bem como outras atividades de pesquisa não rotineiras, são inerentemente arriscados e incertos, porque a tecnologia é difícil de gerenciar.

Tecnologia rotineira e estrutura organizacional

Exatamente como no caso dos tipos de tecnologia identificados por Woodward, os tipos do modelo de Perrow têm implicações na estrutura de uma organização. Perrow e outros pesquisadores sugeriram que uma organização deve se mover de uma estrutura mecânica para uma estrutura orgânica à medida que as tarefas se tornam mais complexas e menos rotineiras.[21] A Tabela 9.1 mostra de modo resumido esta conclusão.

Quando a tecnologia é rotineira, os empregados executam tarefas claramente definidas segundo normas e procedimentos estabelecidos. O processo de trabalho é programado com antecedência e padronizado. Assim, os empregados

Tabela 9.1 Tarefas rotineiras e não rotineiras e desenho organizacional

Característica estrutural	Natureza da tecnologia	
	Tarefas rotineiras	Tarefas não rotineiras
Padronização	Alta	Baixa
Ajuste mútuo	Baixo	Alto
Especialização	Individual	Conjunta
Formalização	Alta	Baixa
Hierarquia da autoridade	Alta	Plana
Autoridade de tomada de decisão	Centralizada	Descentralizada
Estrutura geral	Mecanicista	Orgânica

só precisam aprender os procedimentos para realizar a tarefa de maneira eficiente. Por exemplo, o McDonald's adota regras e procedimentos escritos para treinar pessoal novo a fim de que a conduta de todos os seus funcionários seja consistente e previsível. Cada novo funcionário aprende a maneira certa de cumprimentar os clientes, o modo adequado de atender os pedidos e de preparar Big Macs.

Como as tarefas dos empregados podem ser padronizadas com tecnologia rotineira, a hierarquia organizacional é relativamente alta e a tomada de decisão é centralizada. A responsabilidade da gerência é supervisionar os funcionários e administrar as poucas exceções que podem ocorrer, como uma parada na linha de produção. Já que as tarefas são rotineiras, todas as decisões de produção importantes são feitas no topo da hierarquia de produção e transmitidas para baixo na cadeia de comando como ordens aos gerentes de nível inferior e aos funcionários. Foi sugerido que as organizações com tecnologia rotineira, como a encontrada nos cenários de produção em massa, deliberadamente eliminam a necessidade de habilidade das tarefas, ou seja, elas as simplificam usando máquinas para realizar tarefas complexas e projetando o processo de trabalho de modo a minimizar o grau em que a iniciativa ou o discernimento dos empregados é necessário.[22]

Se uma organização faz essas escolhas de projeto, está usando uma estrutura mecânica para operar sua tecnologia rotineira. Essa certamente é a escolha das grandes empresas globais de terceirização, como Jabil Circuit e Flextronics, cujas fábricas na China se estendem por milhares de acres. A principal fábrica da Flextronics na China, por exemplo, emprega mais de 40 mil operários que trabalham em três turnos, seis dias por semana, para montar iPods, TVs de tela plana etc. O controle é rígido nessas fábricas; os funcionários são motivados apenas pela possibilidade de ganhar o triplo do salário normal para esta tarefa.

Entretanto, essa não é a única maneira de operar tecnologia rotineira, e a intensa concorrência global de empresas de terceirização de baixo custo levou muitas empresas a rever o modo como fabricam produtos. No Japão, em especial, o alto valor do iene em comparação com o dólar pressionou os fabricantes de automóveis e eletrônicos a buscar novas formas de organizar suas operações de produção, a fim de baixar custos, como descreve o quadro Insight Organizacional a seguir.

Insight Organizacional 9.3

Encontrando maneiras originais de organizar tecnologia rotineira

Os produtos eletrônicos inovadores possuem altos preços, e a necessidade de garantir uma alta qualidade consistente e de proteger sua propriedade de tecnologia são importantes preocupações dos fabricantes japoneses. Assim, para manter a montagem de novos produtos complexos em casa, eles procuraram maneiras de reduzir os custos operacionais. Para isso, as empresas japonesas selecionaram cada aspecto de sua tecnologia operacional e concentraram seus esforços em encontrar maneiras de melhorar a produção de linha de montagem de rotina.

Tradicionalmente, as indústrias japonesas usaram o sistema de esteira rolante introduzido por Henry Ford para produzir grandes volumes de produtos idênticos. Nesse sistema, os operários são posicionados ao longo de uma linha de produção reta ou linear com dezenas de metros. Examinando como esse sistema funciona, os gerentes de produção japoneses perceberam que considerável quantidade de tempo é desperdiçada quando o produto em montagem é passado de um operário para outro e que uma linha não pode se mover mais rápido do que o operário menos capaz. Além disso, esse sistema só é eficiente quando grandes quantidades do mesmo produto estão sendo produzidas. Se o objetivo são produtos personalizados, a linha de produção normalmente é paralisada enquanto está sendo preparada para o próximo produto.

Reconhecendo esses problemas, os engenheiros de produção começaram a pesquisar novas maneiras de organizar e controlar *layouts* de linha de montagem que pudessem resolvê-los. Eles começaram a experimentar *layouts* de várias formas, como espiral, Ys, 6s ou até insetos. Na fábrica de filmadoras da Sony em Kohda, no Japão, por exemplo, a Sony desmanchou seu antigo sistema de produção de linha de montagem, no qual 50 operários trabalhavam sequencialmente para montar uma filmadora, e o substituiu por um arranjo em espiral de apenas 12 metros de extensão, no qual quatro operários realizam todas as atividades necessárias para montar a filmadora. A Sony diz que esse novo modo de organizar as tarefas é 10 por cento mais eficiente do que o antigo sistema. Por quê? Porque permite que os montadores mais eficientes trabalhem em um nível mais alto e reduz o tempo de manipulação, porque o trabalho não é passado de um operário a outro.[23] Essencialmente, uma estrutura de organização no estilo manual substituiu a estrutura mecânica para alcançar as vantagens da flexibilidade a um custo menor.

Nos Estados Unidos, também esses novos *layouts* de produção, em geral chamados de *layouts em células*, estão se tornando cada vez mais comuns. Estima-se que 40 por cento das pequenas empresas e 70 por cento das grandes empresas experimentaram novos *layouts*. A Bayside Controls Inc., por exemplo, uma pequena fabricante de câmbios automotivos em Queens, Nova York, converteu sua linha de montagem de 35 pessoas em um *layout* de quatro células, cada uma formada por sete a nove operários. Os membros de cada célula realizam todas as operações envolvidas na fabricação, como medição, corte e montagem dos novos câmbios. Os gerentes da Bayside dizem que o tempo de produção médio necessário para montar um deles caiu de seis semanas para dois dias e, agora, a empresa produz 75 câmbios por dia – eram 50 antes da mudança –, de modo que os custos reduziram significativamente.[24] Além disso, foi obtida uma grande redução nos custos de administração de materiais; por exemplo, os custos de estoque são menores porque a produção é mais rápida e os empregados estão mais motivados a produzir produtos de alta qualidade com o novo sistema. Uma vantagem adicional é que os *layouts* em célula permitem que as empresas se tornem muito receptivas às necessidades dos clientes, já que esse método de organização possibilita a rápida fabricação de pequenas quantidades de produtos personalizados.

Tecnologia não rotineira e estrutura organizacional

Organizações que usam uma tecnologia não rotineira enfrentam um conjunto diferente de fatores que afetam o seu desenho.[25] À medida que as tarefas se tornam menos rotineiras e mais complexas, a empresa precisa desenvolver uma estrutura que permita aos funcionários administrar e responder com rapidez a um aumento no número e na variedade de exceções e desenvolver novos procedimentos para tratar novos problemas.[26] Como vimos no Capítulo 4, uma estrutura orgânica permite que a organização logo se adapte às mudanças de condições. Estas estruturas baseiam-se na cooperação entre funcionários que trabalham em conjunto para desenvolver procedimentos a fim de encontrar soluções para os problemas. O ajuste por meio de equipes e as forças-tarefa se tornam especialmente importantes para facilitar a comunicação e a crescente integração entre seus membros. Os funcionários costumam realizar atividades intimamente relacionadas, em que é difícil separar a contribuição de cada indivíduo.[27]

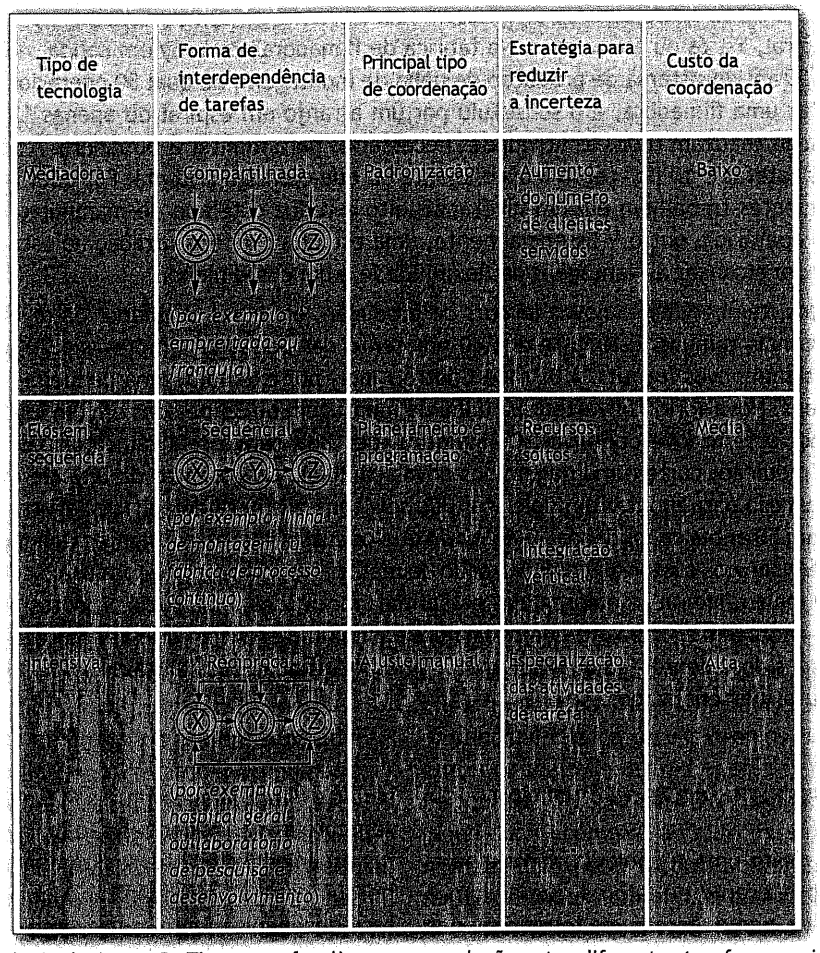
Quanto mais complexo for o processo de trabalho de uma organização, mais provavelmente ela apresentará uma estrutura relativamente plana e descentralizada, que permita aos funcionários a autoridade e a autonomia para cooperar a fim de tomar decisões de maneira rápida e eficaz.[28] O uso de grupos de trabalho e equipes de produto para facilitar o rápido ajuste e *feedback* entre os funcionários que realizam tarefas complexas é uma característica importante dessa organização.

As mesmas considerações de design são aplicáveis no nível departamental ou funcional: para serem eficazes, os departamentos que empregam diferentes tecnologias precisam de diferentes estruturas.[29] Em geral, aqueles que realizam tarefas não rotineiras são mais propensos a ter estruturas orgânicas, e os que realizam tarefas rotineiras tendem a possuir estruturas mecânicas. Um departamento de pesquisa e desenvolvimento, por exemplo, em geral é orgânico e a tomada de decisão é descentralizada, mas as funções de fabricação e vendas costumam ser mecânicas e a tomada de decisão dentro dele tende a ser centralizada. O tipo de tecnologia empregada no nível departamental determina a escolha da estrutura.[30]

INTERDEPENDÊNCIA DE TAREFAS: A TEORIA DE JAMES D. THOMPSON

Woodward se concentrou em como a tecnologia de uma organização afeta a escolha de sua estrutura. O modelo de tecnologia de Perrow centra-se na maneira como a complexidade das tarefas influencia a estrutura organizacional. Outra visão da tecnologia, desenvolvida por James D. Thompson, focaliza a maneira como a **interdependência de tarefas**, o método usado para relacionar ou sequenciar tarefas diferentes, influi na tecnologia e na estrutura de uma organização.[31] Quando a interdependência de tarefas é baixa, as pessoas e os departamentos são individualmente especializados – ou seja, eles trabalham de modo separado e independente para atingir os objetivos da organização. Quando é alta, as pessoas e os departamentos são conjuntamente especializados – ou seja, eles dependem uns dos outros para fornecer os estímulos e os recursos de que necessitam para completar o trabalho. Thompson identificou três tipos de tecnologia: mediadora, de elos em sequência e intensiva (veja a Figura 9.2). Cada uma delas

Figura 9.2 Processos de entrada, transformação e saída



O modelo de tecnologia de James D. Thompson focaliza como a relação entre diferentes tarefas organizacionais afeta a tecnologia e a estrutura de uma organização.

está associada com uma forma diferente de interdependência de tarefas.

Tecnologia mediadora e interdependência compartilhada

A **tecnologia mediadora** caracteriza-se por um processo de trabalho em que as atividades de entrada, transformação e saída podem ser realizadas independentemente uma da outra. Ela se baseia na *interdependência compartilhada de tarefas*, o que significa que cada parte da organização – seja uma pessoa, equipe ou departamento – contribui em separado para o desempenho da organização inteira. Com a tecnologia mediadora, a interdependência de tarefas é baixa porque as pessoas não dependem diretamente das outras para ajudá-las a realizar suas tarefas. Como ilustra a Figura 9.2, cada pessoa ou departamento – X, Y e Z – realiza uma tarefa separada. Em uma firma de consultoria de administração ou em um salão de beleza, cada consultor ou cabeleireiro trabalha de maneira independente para resolver os problemas de um cliente. O sucesso da organização como um todo, no entanto, depende do esforço coletivo de todos os funcionários. As atividades de uma equipe de ginástica também ilustram a interdependência compartilhada de tarefas. Cada membro da equipe atua de forma independente e pode vencer ou perder um evento específico, mas a pontuação coletiva dos membros determina qual equipe vencerá. As implicações da tecnologia mediadora para a estrutura organizacional podem ser examinadas tanto em nível departamental quanto em nível organizacional.

No nível departamental, os sistemas de empreitada são os que melhor caracterizam o modo como essa tecnologia funciona. Neste sistema, cada funcionário realiza uma tarefa, independentemente dos outros funcionários. Em uma oficina, cada empregado pode operar um torno para produzir parafusos, e cada um é avaliado e pago conforme o número de parafusos que produz. O desempenho do departamento de manufatura como um todo depende de quão bem cada empregado atua em nível individual, mas os próprios empregados não são interdependentes porque as ações de um não têm efeito sobre as dos outros. Da mesma forma, o desempenho do departamento de vendas depende do desempenho de cada vendedor, embora o desempelho de um vendedor não seja afetada pelo desempenho dos outros no departamento.

O uso de uma tecnologia mediadora para realizar atividades departamentais ou organizacionais facilita monito-

rar, controlar e avaliar o desempenho de cada indivíduo, porque o resultado de cada pessoa é observável e os mesmos padrões podem ser adotados para avaliar cada funcionário.[32]

No nível organizacional, a tecnologia mediadora é encontrada em organizações nas quais as atividades de diferentes departamentos são desempenhadas separadamente e existe pouca necessidade de integração entre os departamentos para atingir os objetivos organizacionais. Em um banco, por exemplo, as atividades do departamento de empréstimo e do departamento de conferência de conta são basicamente independentes. As rotinas envolvidas no empréstimo de dinheiro não possuem relação com aquelas envolvidas no recebimento de dinheiro, mas o desempenho do banco como um todo depende de quão bem cada departamento realiza seu trabalho.

A tecnologia mediadora no nível organizacional também é encontrada em empresas que usam arranjos de franquia em seus negócios ou que operam uma cadeia de lojas. Por exemplo, cada franquia do McDonald's ou cada loja do Walmart opera essencialmente de modo independente. O desempenho de uma loja não afeta o de outra loja, mas, juntas, todas determinam o desempenho da organização inteira. De fato, uma estratégia para melhorar o desempenho organizacional empregando uma tecnologia mediadora é tentar atrair novos grupos de clientes aumentando o número de unidades operacionais ou de produtos. Uma cadeia de fast-food pode abrir um novo restaurante. Uma organização de varejo pode abrir uma nova loja. Um banco pode aumentar o número de serviços financeiros que oferece aos clientes para atrair novos negócios. Certamente, um importante objetivo dos bancos é oferecer cartões de crédito e outros tipos de empréstimo para aumentar sua carteira de potenciais clientes.

Em décadas passadas, o uso de tecnologia mediadora foi crescente, porque seu funcionamento e gerenciamento são relativamente baratos. Os custos são baixos porque as atividades organizacionais são controladas por padronização. Normas e procedimentos burocráticos são usados para especificar como as atividades de diferentes departamentos devem ser coordenadas e para delinear os procedimentos que um departamento precisa seguir para garantir que suas atividades sejam compatíveis com as dos outros departamentos. Procedimentos de operação padrão (SOPs) e mídia eletrônica como e-mail fornecem a coordenação necessária para administrar a empresa. O Walmart, por exemplo, coordena suas lojas através de um sistema de satélite de âmbito nacional que informa aos gerentes novas introduções de produtos ou mudanças nas normas e nos procedimentos.

Na medida em que os computadores assumem importância na coordenação das atividades de empregados ou departamentos independentes, torna-se possível usar uma tecnologia mediadora para coordenar mais tipos de atividades de produção. Organizações de rede, discutidas no Capítulo 6, estão se desenvolvendo, já que as tecnologias de computador permitem que diferentes departamentos de uma organização operem separadamente e em diferentes locais. Da mesma maneira, o crescimento da terceirização – empresas que contratam outras empresas para realizar suas atividades de criação de valor (como produção ou marketing) para elas – mostra o uso cada vez maior da tecnologia mediadora como forma de fazer negócios.

Como vimos no Capítulo 3, a Nike contrata fabricantes do mundo inteiro para produzir e distribuir os produtos a seus clientes em nível global. A empresa projeta um calçado, mas contrata de outras organizações a fabricação, o marketing e outras atividades funcionais. A coordenação é obtida pela padronização da variedade de produtos. A Nike possui normas e procedimentos que especificam a qualidade exigida das matérias-primas, a natureza do processo de fabricação e a qualidade exigida do produto final. Ela monitora constantemente, em sua rede, as informações de produção e vendas através de um sofisticado sistema global de computadores.

Tecnologia de elos em sequência e interdependência sequencial

A **tecnologia de elos em sequência**, o segundo tipo de tecnologia identificado por Thompson, baseia-se em um processo de trabalho no qual as atividades de entrada, transformação e saída precisam ser realizadas em série. Essa tecnologia é baseada na *interdependência de tarefas sequencial*, o que significa que as ações de uma pessoa ou departamento afetam de modo direto as ações dos outros e o trabalho não pode ser completado com sucesso se cada pessoa ou departamento trabalhar de maneira independente. A Figura 9.2 ilustra a dinâmica da interdependência sequencial. As atividades de X afetam diretamente a capacidade de Y em realizar sua tarefa e, por sua vez, as atividades de Y afetam diretamente a capacidade de Z em realizar a sua.

A tecnologia de produção em massa é baseada na interdependência de tarefas sequencial. As ações do operário no início da linha de produção determinam o grau de sucesso em que o próximo operário pode realizar sua tarefa, e assim por diante em toda a linha. Como as interações sequenciais precisam ser coordenadas com cuidado, a tecnologia de longa ligação exige mais coordenação do que a tecnologia mediadora. Um resultado da interdependência sequencial é que qualquer erro ocorrido no início do processo de produção se amplia nas etapas posteriores. As atividades esportivas, como corrida de revezamento ou futebol, em que o desempenho de um atleta ou equipe determina o desempenho do outro, são baseadas na interdependência sequencial. No futebol, por exemplo, o desempenho da linha defensiva determina o desempenho do ataque. Se a defesa for incapaz de desarmar as jogadas, o ataque não poderá realizar sua tarefa: fazer gols.

Uma organização com tecnologia de elos em sequência pode responder de diversas formas à necessidade de coordenar atividades sequencialmente independentes. A organização pode programar o processo de transformação para padronizar os procedimentos usados para transformar insumos em produtos. Ela também pode usar planejamento e programação para gerenciar ligações entre os processos de entrada, transformação e saída. Para reduzir a necessidade de coordenar essas etapas de produção, as empresas costu-

mam criar **recursos com folga** – recursos extras ou excedentes que aumentam sua capacidade de lidar com situações inesperadas. Por exemplo, uma organização de produção em massa estoca insumos e mantém peças componentes para que o processo de transformação não seja interrompido se houver um problema com os fornecedores. Da mesma forma, uma organização pode estocar produtos acabados para atender rapidamente a um aumento na demanda sem mudar seus processos de transformação estabelecidos. Outra estratégia para controlar o fornecimento de insumos ou a distribuição dos produtos é a *integração vertical*, que, como vimos no Capítulo 8, envolve uma empresa controlar seus fornecedores ou distribuidores.

A necessidade de administrar o maior nível de interdependência aumenta os custos de coordenação associados com a tecnologia de elos em sequência. Entretanto, este tipo de tecnologia proporciona à organização enormes benefícios, derivados sobretudo da especialização e da divisão do trabalho, associadas com a interdependência sequencial. Mudar o método de produção em uma fábrica de alfinetes, de um sistema no qual cada empregado produz um alfinete inteiro para um sistema no qual cada empregado é responsável por apenas um aspecto da produção, como afiar o alfinete, por exemplo, pode resultar em um ganho substancial em produtividade. Basicamente, a fábrica muda de uma tecnologia *mediadora*, em que cada trabalhador realiza todas as tarefas de produção, para uma tecnologia de *elos em sequência*, em que as tarefas se tornam sequencialmente interdependentes.

As tarefas são rotineiras na tecnologia de longa ligação, porque a interdependência sequencial permite aos gerentes simplificá-las para que a variabilidade da tarefa de cada funcionário seja reduzida e a analisabilidade seja aumentada. Nas linhas de montagem de produção em massa, por exemplo, a coordenação das tarefas é obtida sobretudo pela velocidade da linha e pelo modo como as tarefas são ordenadas. A programação e a constante repetição de tarefas simples aumentam a eficiência da produção. Como vimos, Henry Ford foi o criador da tecnologia de longa ligação. Capitalizando os ganhos da especialização e da divisão do trabalho, ele percebeu a redução de custo que poderia resultar de organizar tarefas em sequência e controlar o ritmo do trabalho pela velocidade da linha de produção. Esse sistema, no entanto, possui duas grandes desvantagens: os empregados não se tornam altamente capacitados (aprendem apenas uma estreita gama de tarefas simples) e não desenvolvem a capacidade de melhorar suas habilidades, porque somente precisam seguir procedimentos predeterminados.

No nível organizacional, a interdependência sequencial significa que a saída de um departamento se torna a entrada do outro e o desempenho de um departamento determina o desempenho do outro. O desempenho do departamento de produção depende da capacidade do departamento de administração de materiais de obter insumos de alta qualidade em curto espaço de tempo. A capacidade do departamento de vendas em vender os produtos acabados depende da qualidade dos produtos vindos do departamento de produção. Um desempenho falho ou fraco em uma etapa gera sérias consequências para o desempenho da próxima etapa e para a organização como um todo. As pressões da concorrência global estão aumentando a necessidade da interdependência entre departamentos e, portanto, estão aumentando a necessidade de as organizações coordenarem as atividades departamentais. Como vimos no Capítulo 6, muitas empresas estão se movendo em direção à estrutura por equipe de produto para aumentar a coordenação interdepartamental. Este tipo de coordenação incentiva diferentes departamentos a desenvolver procedimentos que levem a maior inovação e eficiência de produção.

Tecnologia intensiva e interdependência recíproca

A **tecnologia intensiva**, o terceiro tipo de tecnologia que Thompson identifica, é caracterizada por um processo de trabalho no qual as atividades de entrada, transformação e saída são inseparáveis. Ela é baseada na *interdependência de tarefas recíproca*, o que significa que as atividades de todas as pessoas e de todos os departamentos dependem inteiramente umas das outras. Não apenas as ações de X afetam o que Y e Z podem fazer, mas as ações de Z também afetam o desempenho de Y e X. As relações de tarefa de X, Y e Z são reciprocamente interdependentes (veja a Figura 9.2). A interdependência recíproca possibilita programar com antecedência uma sequência de tarefas ou procedimentos para resolver um problema porque, nas palavras de Thompson, "a seleção, combinação e ordem da aplicação das tarefas são determinadas pelo *feedback do próprio problema objeto*".[34] Portanto, a mudança para a tecnologia de interdependência recíproca e intensiva tem dois efeitos: (1) a complexidade técnica declina à medida que a capacidade dos gerentes de controlar e prever o processo de trabalho diminui e (2) as tarefas se tornam mais complexas e menos rotineiras.

Os hospitais são organizações que operam uma tecnologia intensiva. A maior fonte de incerteza de um hospital é a impossibilidade de prever os tipos de problemas para os quais os pacientes (clientes) buscarão tratamento. Em todo momento, um hospital geral precisa ter em mãos conhecimento, máquinas e serviços de departamentos especialistas capazes de resolver grande número e ampla variedade de problemas médicos. Por exemplo, o hospital requer uma sala de emergência, equipamentos de raio X, um laboratório, uma sala e uma equipe de cirurgia, enfermeiros qualificados, médicos e ala de enfermaria. O problema de cada paciente determina a escolha e combinação das atividades e a tecnologia para converter os insumos do hospital (doentes) em produtos (pessoas sãs). A incerteza da entrada (o paciente) significa que as tarefas não podem ser programadas previamente, como quando a interdependência é sequencial.

Basquetebol, futebol e rúgbi são outras atividades que possuem interdependência recíproca. O estado de jogo atual determina a sequência de jogadas de um jogador para o outro. A natureza veloz desses esportes exige que os jogadores façam julgamentos de maneira rápida e obtenham

feedback do estado do jogo antes de decidir qual jogada fazer.

Em nível departamental, os departamentos de pesquisa e desenvolvimento operam usando tecnologia intensiva, e a sequência e o conteúdo de suas atividades são determinados pelos problemas que estão tentando resolver – por exemplo, a cura para o câncer. O departamento de P&D é muito caro, porque a imprevisibilidade de seu processo entrada-transformação-saída torna impossível especificar previamente as qualificações e os recursos necessários para resolver o problema em mãos. Um laboratório farmacêutico como o Merck, por exemplo, cria muitas equipes de P&D diferentes. Cada uma é equipada com todos os recursos funcionais necessários na esperança de que pelo menos uma delas consiga um medicamento prodigioso que justifique os imensos gastos com recursos (cada novo medicamento custa cerca de 500 milhões de dólares para ser desenvolvido).

A dificuldade de especificar a sequência das tarefas, característica da tecnologia intensiva, exige alto grau de coordenação e torna a tecnologia intensiva mais cara para gerenciar do que a tecnologia mediadora ou a de elos em sequência. O ajuste mútuo substitui a programação e a padronização como o principal método de coordenação. A equipe de produto e as estruturas matriciais são adequadas para operar tecnologias intensivas porque fornecem a coordenação e a descentralização de controle que permitem que os departamentos cooperem uns com os outros para resolver problemas. Na Microsoft, por exemplo, a empresa inteira é organizada em equipes por produto para que possa com rapidez direcionar recursos para os projetos que pareçam mais promissores. Além disso, o ajuste mútuo e a estrutura plana possibilitam que uma organização sem demora tire vantagem de novos desenvolvimentos e áreas para pesquisa que surgem durante o processo de pesquisa em si. Outra maneira é usar equipes de autogestão, como ilustra o próximo quadro Insight Organizacional.

As organizações não usam tecnologia intensiva voluntariamente para atingir seus objetivos, pois ela é muito cara de operar. Como a Microsoft, são forçadas a utilizá-la devido à natureza dos produtos que escolhem fornecer aos clientes. Sempre que possível, as organizações tentam reduzir a interdependência de tarefas necessária para coordenar suas atividades e reverter para uma tecnologia de longa ligação, mais controlável e previsível. Nos últimos anos, por exemplo, os hospitais tentaram controlar os custos crescentes usando técnicas de previsão para determinar quantos recursos precisam ter em mãos para atender às necessidades do cliente (paciente). Se um hospital sabe em média quantos ossos quebrados ou paradas cardíacas poderá esperar em um período específico, saberá quantas salas de cirurgia precisará ter preparadas e de quantos médicos, enfermeiros e técnicos terá que dispor para atender a demanda. Esse conhecimento permite ao hospital controlar os custos. Da mesma forma, em pesquisa e desenvolvimento, uma organização como a Microsoft precisa desenvolver normas de tomada de decisão que lhe permitam decidir quando deixar de investir em uma linha de pesquisa que esteja mostrando pouca promessa de sucesso e como melhor alocar recursos entre projetos para tentar maximizar o potencial de retorno sobre o investimento – em especial quando existem concorrentes agressivos como o Google.

Outra estratégia que as organizações podem empregar para reduzir os custos associados à tecnologia intensiva é a **especialização**, produzindo apenas uma pequena gama de produtos. Um hospital que se especializa no tratamento do câncer ou de doenças cardíacas restringe a variedade de problemas a que está exposto e pode concentrar todos os seus recursos para resolvê-los. É o hospital geral que enfrenta a maior incerteza. Assim também, um laboratório farmacêutico costuma restringir as áreas em que realiza pesquisas. Uma empresa pode decidir centrar-se em criar medicamentos que combatam a hipertensão, ou o diabetes, ou a depressão. Essa estratégia especialista permite à organização usar seus recursos de maneira eficiente e reduzir os problemas de coordenação.[35]

IMPLICAÇÕES GERENCIAIS

ANALISANDO TECNOLOGIA

1. Analise os processos de entrada-transformação-saída de uma organização ou de um departamento para identificar as habilidades, conhecimento, ferramentas e maquinário essenciais para a produção dos bens e serviços.
2. Analise o nível de complexidade técnica associada à produção dos bens e serviços. Avalie se ela pode ser aumentada para melhorar a eficiência e reduzir custos. Por exemplo, existe um sistema computacional avançado?
3. Analise o nível de variabilidade e analisabilidade de tarefa associadas às tarefas organizacionais e departamentais. Existem maneiras de reduzir a variabilidade ou aumentar a analisabilidade de tarefa para melhorar a eficácia? Por exemplo, os procedimentos podem ser desenvolvidos para tornar o processo de trabalho mais previsível e controlável?
4. Analise a interdependência de tarefas dentro de um departamento e entre departamentos. Avalie se essa interdependência resulta em uma maneira mais eficaz de produzir bens ou de atender às necessidades dos clientes. Por exemplo, o aumento do nível de coordenação entre departamentos aumentaria a eficiência?
5. Após identificar a tecnologia de uma organização ou departamento, analise sua estrutura e avalie a relação entre tecnologia e estrutura. A relação pode ser melhorada? Quais custos e benefícios estão associados à relação tecnologia-estrutura?