

# CONTROLE E AUTOMAÇÃO DA PRODUÇÃO

Rodrigo Rodrigues

# Automação de processos contínuos: sistemas supervisores

## Objetivos de aprendizagem

Ao final deste texto, você deve apresentar os seguintes aprendizados:

- Diferenciar indústrias de processos contínuos das de produção discreta.
- Comparar controle contínuo e controle discreto.
- Identificar um sistema supervisório do tipo *Scada*.

## Introdução

Neste texto, você aprenderá um pouco mais sobre a operação de processo contínuo, produção de lotes e processos de fabricação discretos. Verá as diferenças entre controle contínuo e controle discreto e, ainda, saberá como funciona um sistema supervisório, em especial o sistema *Scada*.

## Indústrias de processos e indústrias de produção discreta

É possível dividir as indústrias e suas operações de produção em duas categorias básicas: indústrias de processos e indústrias de produção discreta. As indústrias de processos desenvolvem suas operações de produção em montantes de materiais, porque esses materiais tendem a ser líquidos, gases, pós e similares; por outro lado, as indústrias de produção discreta operam em quantidades de materiais, pois os materiais tendem a ser peças discretas e produtos. Nessas duas categorias de indústria, os tipos de operações de unidade executados nos materiais são diferentes, como você pode verificar na Tabela 1 (GROOVER, 2011).

**Tabela 1.** Operações típicas nas indústrias de processos e de produção discreta

Operações típicas nas indústrias de processos	Operações típicas nas indústrias de produção discreta
Reações químicas	Fusão
Fragmentação	Forjamento
Deposição (por exemplo, deposição de vapor químico)	Extrusão
	Usinagem
Destilação	Montagem mecânica
Mistura de ingredientes	Moldagem de plástico
Separação de ingredientes	Estampagem em folha de metal

As diferenças significativas nos níveis de automação nas duas indústrias são observadas nos níveis baixo e intermediário. Com relação aos dispositivos, há diferenças nos tipos de atuadores e sensores usados nas duas categorias de indústria, justamente por se tratarem de processos e equipamentos diferentes. Nas indústrias de processos, os dispositivos são utilizados principalmente para as malhas (*loops*) de controle em operações de processamento químico, térmico ou outros semelhantes. Já, nas indústrias de produção discreta, os dispositivos controlam operações mecânicas das máquinas. No nível logo acima, as operações de unidade são controladas nas indústrias de processos, diferentemente das máquinas, que são controladas em operações de produção discreta. No próximo nível, a diferença está entre controle de operações de unidade interconectadas e máquinas interconectadas. Segundo Groover (2011), nos níveis superiores (fábrica e empresa) as questões de controle são semelhantes, admitindo o fato de que os produtos e processos sejam diferentes. Veja mais detalhes na Tabela 2.

**Tabela 2.** Níveis de automação em indústrias de processos e indústrias de produção discreta

Nível	Nível de automação nas indústrias de processos	Nível de automação nas indústrias de produção discreta
5	Nível corporativo – sistema de gerenciamento de informações, planejamento estratégico, gerenciamento de alto nível da empresa	Nível corporativo – sistema de gerenciamento de informações, planejamento estratégico, gerenciamento de alto nível da empresa
4	Nível de fábrica – agendamento, rastreamento de materiais, monitoramento de equipamentos	Nível de fábrica ou produção – agendamento, rastreamento de material em processo, roteamento de peças pelas máquinas, utilização das máquinas
3	Nível de controle supervisório – controle e coordenação de várias operações de unidade interconectadas que compõem o processo total	Célula de manufatura ou nível de sistema – controle e coordenação de grupos de máquinas e equipamentos de suporte trabalhando de modo sincronizado, incluindo os equipamentos de tratamento de material
2	Nível de controle regulatório – controle das operações de unidades	Nível de máquina – máquinas de produção e estações de trabalho para a produção discreta de peças e produtos
1	Nível de dispositivo – sensores e atuadores compreendendo as malhas de controle básicos para as operações de unidades	Nível de dispositivo – sensores e atuadores para completar as ações de controle de máquina

## Controle contínuo versus controle discreto

As indústrias de processos, utilizam sistemas de controle industrial que tendem a enfatizar o controle de variáveis e parâmetros contínuos. No entanto, as indústrias de produção produzem peças discretas e produtos, e seus controladores tendem a enfatizar variáveis e parâmetros discretos. Do mesmo

modo que há dois tipos básicos de variáveis e parâmetros que caracterizam operações de produção, há, também, dois tipos básicos de controle:

- Controle contínuo: variáveis e parâmetros são contínuos e analógicos.
- Controle discreto: as variáveis e parâmetros são discretos, na maioria discretos binários.

Algumas diferenças entre controle contínuo e controle discreto são resumidas na Tabela 3.

**Tabela 3.** Comparação entre controle contínuo e controle discreto

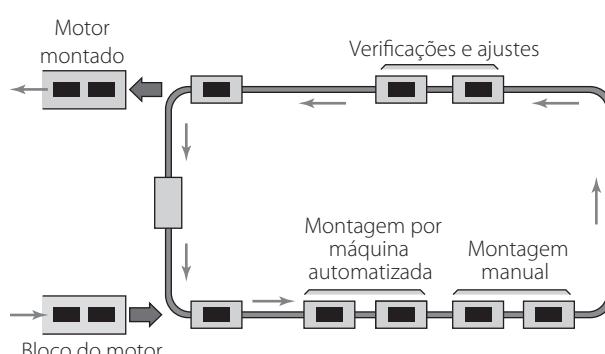
<b>Fator de comparação</b>	<b>Controle contínuo nas indústrias de processos</b>	<b>Controle discreto nas indústrias de produção discreta</b>
Medidas típicas de saída de produto	Medidas de peso, medidas de volume de líquidos, medidas de volume de sólidos	Número de peças, número de produtos
Medidas típicas de qualidade	Consistência, concentração da solução, ausência de contaminantes, conformidade com as especificações	Dimensões, acabamento superficial, aparência, ausência de defeitos, confiabilidade do produto
Variáveis e parâmetros típicos	Temperatura, vazão, pressão	Posição, velocidade, aceleração, força
Sensores típicos	Medidores de fluxo, termopares, sensores de pressão	Interruptores de fim-de-curso, sensores fotoelétricos, extensômetros, sensores piezoeletricos
Atuadores típicos	Válvulas, aquecedores, bombas	Interruptores, motores, pistões
Constantes típicas de tempo de processo	Segundos, minutos, horas	Menos de um segundo

O que ocorre, na prática, é que a maioria das operações nas indústrias de processo e de produção discreta inclui tanto variáveis e parâmetros contínuos como discretos. Assim, muitos controladores industriais são projetados com capacidade de receber, operar e transmitir os dois tipos de sinais e dados.

Contudo, desde que os computadores digitais começaram a substituir os controladores analógicos em aplicações de controle contínuo de processos, pelos anos de 1960, as variáveis contínuas de processo não são mais medidas de forma contínua. Elas são recolhidas periodicamente, formando um sistema discreto de amostragem de dados semelhantes aos sinais de controle anteriores transmitidos por controladores analógicos. Então, no controle de processos em computadores digitais, as variáveis e parâmetros contínuos também possuem características de dados discretos, que devem ser levados em conta no projeto da interface entre o processo e o computador e nos algoritmos de controle usados pelo controlador.

## Controle contínuo

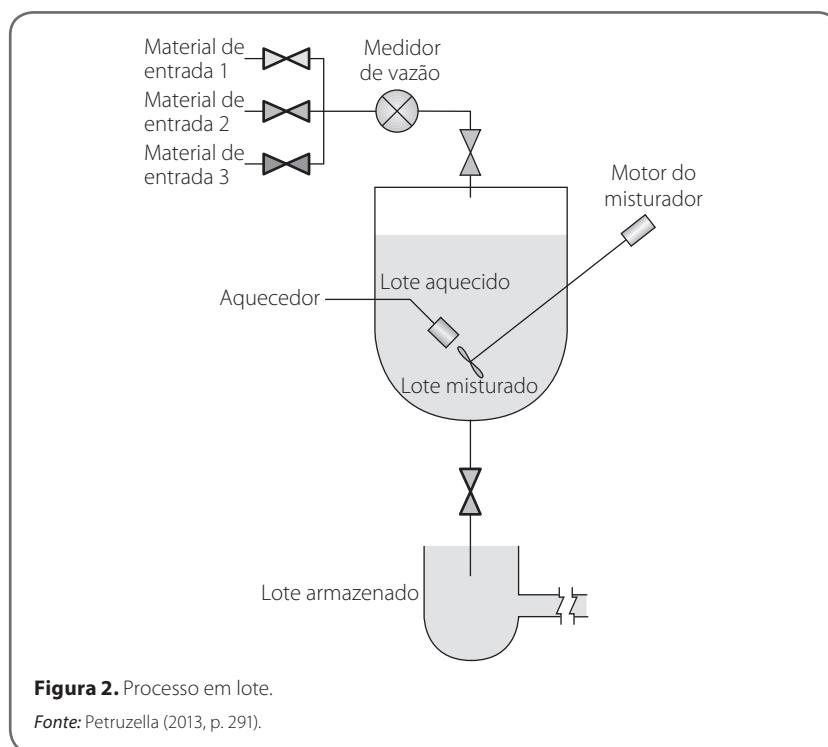
Em um processo contínuo, as matérias-primas entram por um lado do sistema e saem como produtos acabados do outro lado; o processo em si é executado continuamente. Processos contínuos utilizam sensores ou atuadores contínuos. Ex.: a temperatura de um forno pode ser medida com um termoacoplador. Esquemas de controle com base em decisões simples podem usar valores contínuos para controlar saídas lógicas, como um elemento de aquecimento, por exemplo. Para examinar valores de sensores contínuos e determinar as saídas para os atuadores contínuos podem ser usadas equações lineares de controle. Veja, na Figura 1, um processo contínuo de uma linha de montagem de motores automotivos.



**Figura 1.** Processo contínuo.

Fonte: Petruzella (2013, p. 290).

As peças são montadas sequencialmente, por meio uma série de estações em linha de montagem. As montagens e ajustes são executados por máquinas automatizadas e operações manuais. No processamento em lote, não há movimento de material do produto de uma seção do processo a outra. Primeiramente, é recebida em um lote, uma quantidade definida de cada uma das entradas para o processo e, depois, é realizada uma operação no lote para se obter o produto. O uso do processo em lote normalmente destina-se a produtos como: alimentos, bebidas, tintas e produtos farmacêuticos. Veja na Figura 2 um exemplo de um processo em lote.



**Figura 2.** Processo em lote.

Fonte: Petruzella (2013, p. 291).

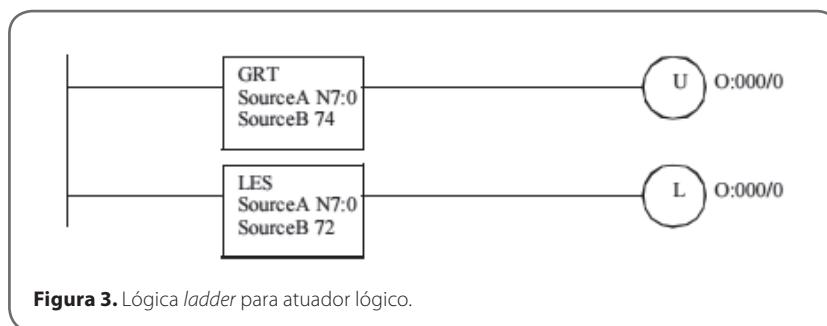
Três ingredientes são misturados, aquecidos e depois armazenados. As receitas são imprescindíveis para uma produção em lote, e cada lote pode ter características diferentes de acordo com o projeto.

## Controle de sistemas com atuadores lógicos

Muitos sistemas contínuos são controlados com atuadores lógicos. Sistemas de climatização como aquecimento, ventilação e condicionamento de ar, são exemplos comuns. O “*set-point*” do sistema é feito por um termostato. O controlador mantém a temperatura dentro de uma faixa com uma diferença de graus aceitável. Se a temperatura cair abaixo do limite mínimo, o aquecedor é ligado. Se aumentar acima do limite máximo, ele desliga automaticamente, e assim, sucessivamente.

### Controlador em lógica *ladder* para um atuador lógico

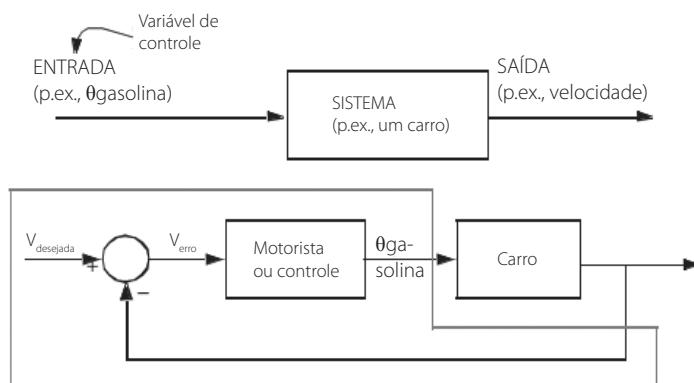
A Figura 3 mostra a temperatura sendo lida e armazenada em N7:0 e a saída que aciona o aquecimento é conectada em O:000/0. O controlador irá manter a temperatura entre 72 e 74 graus.



**Figura 3.** Lógica *ladder* para atuador lógico.

## Controle de sistemas com atuadores contínuos

Você já sabe que, quando um sistema usa o valor de saída para controle ele é chamado de sistema de controle com realimentação. Quando a saída é subtraída da entrada, o sistema tem uma realimentação negativa. Esse sistema é desejável, pois, em geral, é mais estável e irá reduzir os erros do sistema. Observe na Figura 4 um sistema de controle com realimentação, que compara a saída real com aquela desejada obtendo um erro. Um controlador pode usar o erro para acionar um atuador com intuito de minimizar este erro.



**Figura 4.** Sistema de controle de velocidade para um automóvel.



### Fique atento

A distinção entre indústrias de processos e indústrias de produção discreta se estende às variáveis e aos parâmetros que caracterizam as respectivas operações de produção. Nas indústrias de processos, variáveis e parâmetros que interessam tendem a ser contínuos, enquanto na produção discreta tendem a ser discretos.

## Noções de sistemas supervisórios

Os sistemas supervisórios podem ser considerados o nível mais alto de IHM, pois mostram o que está acontecendo no processo permitindo que se interfira nele. Com a evolução dos equipamentos industriais e a forte aplicação de sistemas de automação industrial, a atividade de monitorar tornou-se complexa. Diferentes arquiteturas de sistemas computacionais têm sido desenvolvidas e propostas para controlar e gerenciar esses sistemas.

Um sistema supervisório é um programa que representa o comportamento de um processo por meio de figuras e gráficos, desviando dos algoritmos de controle, apresentando-se como uma interface objetiva entre um operador e o processo.

Nos painéis de comandos e quadros sinóticos, ocorriam um simples piscar de lâmpadas. Agora, em vez disso, o operador tem uma melhor interface que o faz efetivamente visualizar o abrir e fechar de uma válvula, o ligar de um

motor, ou outra informação do processo. Nesse tipo de visualização, é utilizada uma extensa informação de cores e textos, podendo-se também dispor de elementos animados graficamente. Do mesmo modo, para a demonstração do sistema supervisório, também são utilizados gráficos, sinalizando quando uma lâmpada está ligada ou desligada.

## Características do *software* supervisório

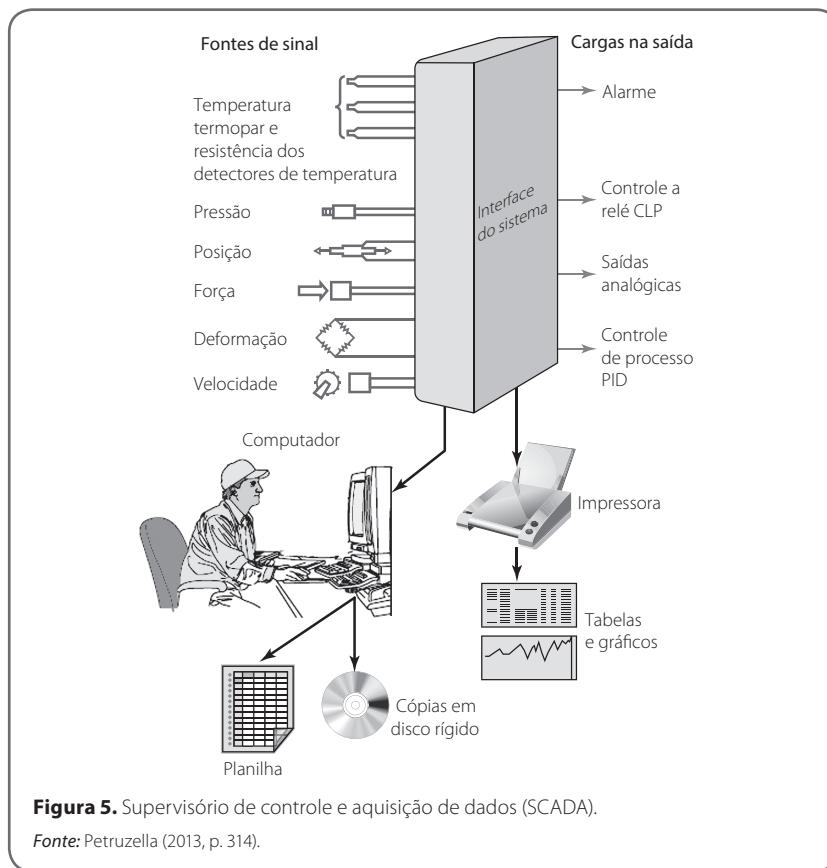
O *software* de supervisão está localizado no controle do processo das redes de comunicação. Ele adquire dados diretamente dos CLPs (Controladores Lógicos Programáveis) para o computador, pela sua organização e gerenciamento dos dados. Poderá ser configurado para taxas de varredura em diversos CLPs ou entre pontos de um mesmo CLP. O *software* deve permitir que se desenvolvam estratégias de controle utilizando funções avançadas, por exemplo, por meio de módulos dedicados para implementação de funções matemáticas e lógicas. Com esses módulos, você consegue desenvolver *software* aplicativo de supervisão para o controle das funções do processo. Após a aquisição dos dados, eles podem ser manipulados de modo a gerar valores para parâmetros de controle como “*set-points*”. Os dados são armazenados em arquivos de dados padronizados, ou apenas utilizados para realização de uma tarefa, podendo ser acessados por programas de usuários para realização de cálculos, alteração de parâmetros e de seus próprios valores.

Para o desenvolvimento de aplicativos de supervisão e controle de processos nas mais diversas áreas, é necessário um *Hardware*, para uma via de comunicação, que pode ser uma porta serial, uma placa de rede, ou outros; um *software*, pois é necessário que o driver do equipamento esteja sendo executado simultaneamente com o *software* de desenvolvimento. Alguns *softwares* utilizados para a análise de funcionamento de um sistema supervisório são: Elipse Windows, SCADA (Sistemas de Controle Supervisório e Aquisição de Dados ou Supervisory Control & Data Aquisition Systems) e o DCS (Sistemas de Controle Distribuído ou Distributed Control Systems). Neste texto, vamos falar do SCADA.

## Sistemas SCADA

O Controle Supervisório e Aquisição de Dados (Supervisory Control and Data Acquisition) ou SCADA é uma tecnologia utilizada para o gerenciamento e controle em unidades industriais nas quais os elementos do processo encon-

tram-se distribuídos ao longo de grandes distâncias, de modo que ele possa rastrear e monitorar essas informações do processo. Tais informações são inicialmente coletadas por meio de equipamentos de aquisição de dados, seguido da manipulação e análise desses dados e posteriormente são apresentadas ao usuário onde são visualizadas por intermédio de quadros sinóticos animados, com indicações instantâneas das variáveis de processo do cliente. Os dados podem ser analisados dentro do supervisório por meio de tabelas e gráficos de tendência ou fora dele pelos *softwares* comerciais comuns como Acess, Excel, etc. Além dessas funções, o sistema supervisório pode executar ações com base em parâmetros pré-informados. A troca de dados em um chão de fábrica (planta) com um computador de supervisão permite o registro de dados, uma mostra dos dados, tendências, baixas (download) de receitas, ajustes de parâmetros selecionados e avaliação de produção de dados em geral. A Figura 5 ilustra um exemplo de *software* supervisório.



**Figura 5.** Supervisório de controle e aquisição de dados (SCADA).

Fonte: Petruzella (2013, p. 314).

Em geral, ao contrário do sistema de controle distribuído, o sistema SCADA normalmente é um sistema que coordena, mas não controla o processo em tempo real.



### Saiba mais

Os sistemas SCADA podem verificar alarmes, identificar se o valor da *tag* ultrapassou uma faixa ou condição pré-estabelecida, podendo reprogramar a gravação de registros em Bancos de Dados, ativação de som, mensagem, mudança de cores, envio de mensagens por *pager*, *e-mail*, celular, entre outros.

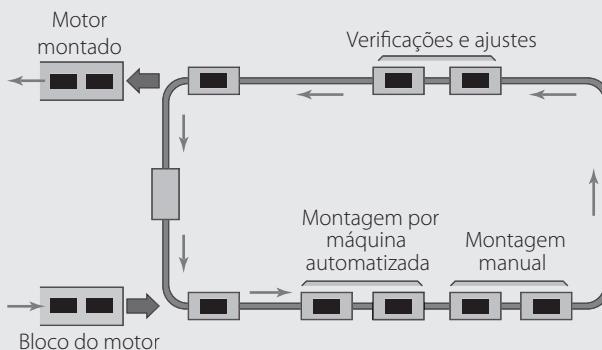


### Exercícios

- 1.** Com relação às indústrias de processos, marque a alternativa correta:
  - I. Desenvolvem suas operações de produção em montantes de materiais, porque esses materiais tendem a ser líquidos, gases, pó e similares.
  - II. Reações químicas, mistura de ingredientes e destilação são operações típicas nas indústrias de processos.
  - III. Operam em quantidades de materiais, pois os materiais tendem a ser peças discretas e produtos.

**a)** Apenas o item I está correto.  
**b)** Apenas o item II está correto.  
**c)** Apenas o item III está correto.  
**d)** Os itens I e III estão corretos.  
**e)** Os itens I e II estão corretos.
- 2.** Qual alternativa abaixo está relacionada ao controle contínuo?
  - a)** As indústrias de processos, utilizam sistemas de controle industrial que tendem a enfatizar o controle de variáveis e parâmetros discretos.
  - b)** Controle contínuo: variáveis e parâmetros são contínuos e analógicos.
  - c)** As medidas típicas de saída de produto são: número de peças e número de produtos.
  - d)** As variáveis e parâmetros típicos são: posição, velocidade, aceleração, força.
  - e)** Os atuadores típicos são: interruptores, motores, pistões.

3. Observe a imagem abaixo e assinale a alternativa correta:



- a)** Representa um processo em lote.
- b)** Nesse processo as matérias-primas entram por um lado do sistema e saem como produtos acabados do outro lado.
- c)** Não há movimento de material do produto de uma seção do processo a outra.
- d)** Esse processo normalmente destina-se a produtos como: alimentos, bebidas, tintas e produtos farmacêuticos.
- e)** A fabricação contínua é caracterizada pela produção individual ou de unidade separada.
- 4.** Com relação aos sistemas supervisórios, analise as afirmações abaixo, assinalando V, se verdadeiras, ou F, se falsas.
- ( ) Um sistema supervisório é um programa que representa o comportamento de um processo por meio de figuras e gráficos;
- ( ) O software de supervisão está localizado no controle do processo das redes de comunicação. Ele adquire dados diretamente dos CLPs (Controladores Lógicos
- Programáveis) para o computador, pela sua organização e gerenciamento dos dados;
- ( ) Não há troca de dados entre o chão de fábrica (planta) e o computador de supervisão o que não permite o registro de dados.
- A ordem correta de preenchimento dos parênteses, de cima para baixo, é:
- a)** V – V – V.
- b)** V – V – F.
- c)** V – F – V.
- d)** V – F – F.
- e)** F – V – V.
- 5.** Analise as assertivas a seguir:
- I. SCADA é uma tecnologia utilizada para o gerenciamento e controle em unidades industriais nas quais os elementos do processo encontram-se distribuídos ao longo de grandes distâncias.
- II. Em geral, da mesma forma que um sistema de controle distribuído, o sistema SCADA normalmente não é um sistema que coordena, mas controla o processo em tempo real.

III. A grande vantagem de um sistema SCADA é que os dados são armazenados automaticamente em uma forma que pode ser retornada para análise mais tarde, sem erro ou para um trabalho adicional.

Quais estão corretas?

- a)** Apenas I.
- b)** Apenas II.
- c)** Apenas I e II.
- d)** Apenas I e III.
- e)** I, II e III.

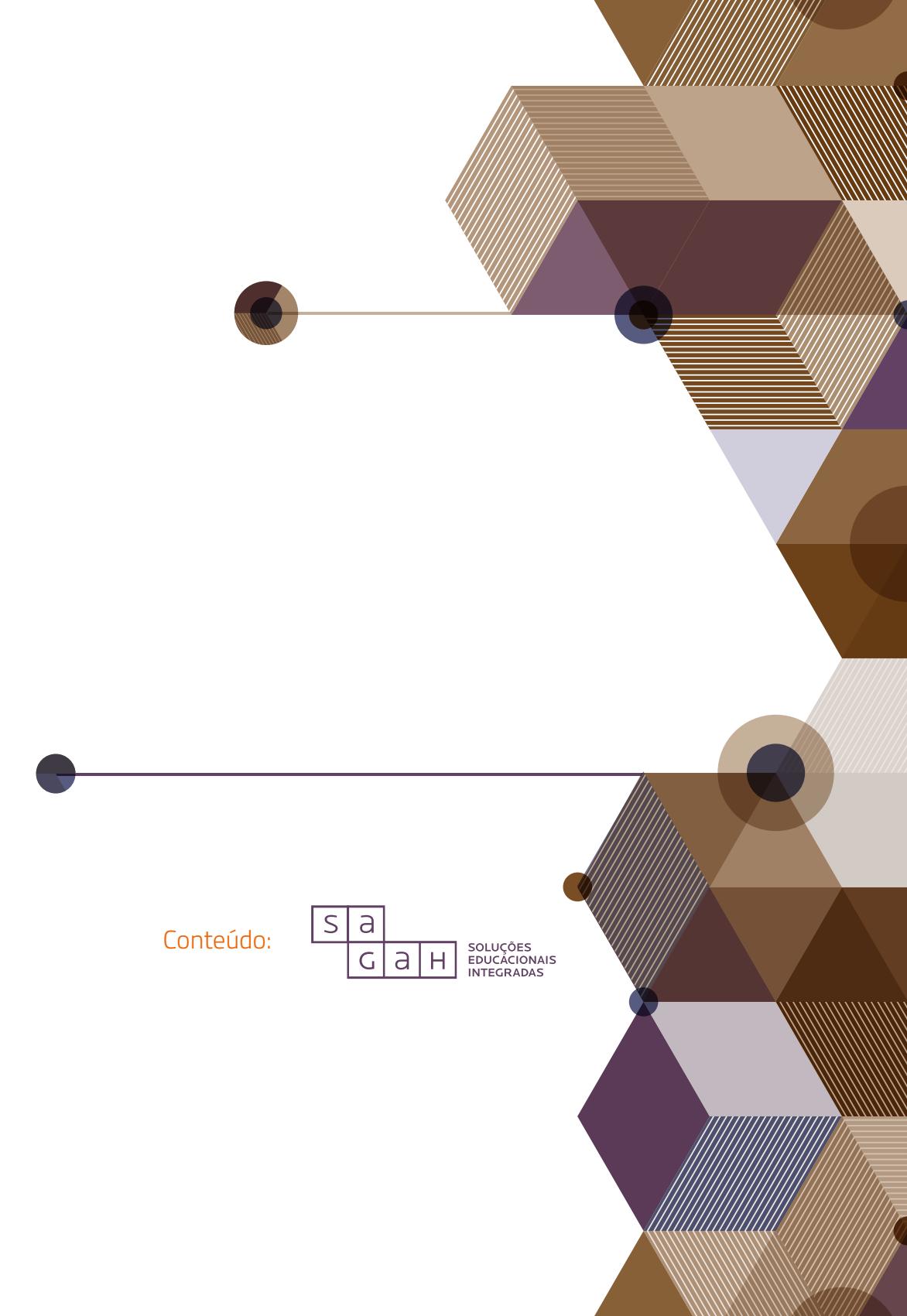


## Referências

GROOVER, M. P. *Automação industrial e sistemas de manufatura*. 3. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

PETRUZELLA, F. D. *Controladores lógicos programáveis*. 4. ed. São Paulo: AMGH, 2013.

Encerra aqui o trecho do livro disponibilizado para esta Unidade de Aprendizagem. Na Biblioteca Virtual da Instituição, você encontra a obra na íntegra.



Conteúdo:



SOLUÇÕES  
EDUCACIONAIS  
INTEGRADAS