

O Capítulo 5, intitulado "**Redução de Dimensionalidade e Métodos de Variáveis Latentes (Parte 1)**", foca em duas técnicas principais de aprendizado de máquina para modelagem e monitoramento de sistemas de processos: **Análise de Componentes Principais (PCA)** e **Mínimos Quadrados Parciais (PLS)**.

O capítulo começa com uma **introdução ao PCA**, explicando seu **background matemático** e ilustrando sua capacidade de **redução de dimensionalidade** usando dados de um processo de manufatura de polímeros. É demonstrado como o PCA pode capturar a maior parte da informação dos dados em poucas componentes principais, analisando a **variância explicada** por cada componente. O capítulo também aborda a **reconstrução dos dados originais** a partir das componentes principais e a quantificação da informação perdida nesse processo.

Em seguida, o capítulo detalha a aplicação do **PCA para monitoramento de processos** na manufatura de polímeros. São introduzidos dois **índices de monitoramento**, o **índice  $T^2$  de Hotelling** e a **estatística SPE (ou Q)**, utilizados para detectar condições anormais no processo. O cálculo dos **limites de controle** para esses índices e a importância de monitorar ambos são discutidos. Além da detecção de falhas, o capítulo explica como o PCA pode ser usado para o **diagnóstico de falhas**, identificando as variáveis de processo que contribuem mais para a condição anormal através de **gráficos de contribuição** para  $T^2$  e SPE.

O capítulo também explora **variantes do PCA clássico**, incluindo **PCA Dinâmico**, **PCA Multiway** e **PCA com Kernel (KPCA)**, mencionando suas aplicações e a capacidade do KPCA para lidar com dados não lineares através do mapeamento para um espaço de características de maior dimensão.

A segunda parte do capítulo introduz o **PLS**, explicando seu **background matemático**. É apresentada a aplicação do **PLS para "soft sensing"** (sensoriamento suave ou virtual) em um processo de manufatura de celulose e papel, onde o PLS é usado para **predizer a qualidade do produto (número Kappa)** com base em outras variáveis de processo medidas. O processo de **determinação do número ideal de componentes latentes** no PLS é abordado.

Finalmente, o capítulo discute o uso do **PLS para monitoramento de processos** na manufatura de polietileno. São apresentados **índices de detecção de falhas específicos para PLS** ( $T^2$ , SPE<sub>x</sub> e SPE<sub>y</sub>) e como eles podem indicar o início de anormalidades no processo, mesmo quando as variáveis de qualidade não mostram sinais claros.

Em resumo, o Capítulo 5 fornece uma introdução detalhada e aplicações práticas de PCA e PLS para redução de dimensionalidade, monitoramento de processos (detecção e diagnóstico de falhas) e sensoriamento suave em sistemas de processos.