XXXIII Congresso Brasileiro de Custos
17, 18 e 19 de novembro de 2026
- Porto de Galinhas / PE -

Pricing at Risk (PaR): Um Modelo de Formação de Preços Baseado no Risco dos Custos Industriais

José Ângelo Ferreira (UTFPR - LONDRINA) - joseaferreira@utfpr.edu.br

Edson Luiz Valmorbida (UTFPR-LD) - edsonvalmorbida@utfpr.edu.br

Resumo:

A formação de preços em ambientes industriais tradicionalmente utiliza custos médios como base para a definição do preço de venda, desconsiderando a variabilidade inerente aos processos produtivos e a incerteza associada aos custos de fabricação. Essa abordagem pode comprometer a rentabilidade das organizações quando os custos efetivos diferem dos valores estimados. Nesse contexto, este estudo propõe o modelo Pricing at Risk (PaR), uma abordagem de precificação que incorpora explicitamente o risco dos custos industriais por meio do indicador Cost at Risk (CaR). A pesquisa caracteriza-se como aplicada, de abordagem quantitativa, desenvolvida por meio de um estudo de caso em uma empresa do setor metalúrgico fabricante de prensas hidráulicas. Foi construído um banco de dados contendo 200 cenários de produção da prensa hidráulica PHV-8T, cujos custos foram analisados no software Orange Data Mining por meio de estatística descritiva, análise da distribuição empírica, correlação de Pearson e Feature Ranking. O Cost at Risk foi determinado para diferentes níveis de confiança (80%, 90%, 95%, 97,5% e 99%) e utilizado como base para o cálculo do preço de venda pelo modelo Pricing at Risk (PaR), sendo os resultados comparados ao método tradicional de precificação. O modelo proposto permite incorporar a variabilidade dos custos ao processo de formação de preços, possibilitando que organizações definam políticas de precificação compatíveis com diferentes níveis de tolerância ao risco. Como contribuição científica, o estudo integra gestão de custos, análise de riscos e pricing em um modelo conceitual inédito de apoio à decisão para ambientes industriais sujeitos à incerteza.

Palavras-chave: *Pricing at Risk; Cost at Risk; Formação de preços.*

Área temática: *Custos como ferramenta para o planejamento, controle e apoio a decisões*

Pricing at Risk (PaR): Um Modelo de Formação de Preços Baseado no Risco dos Custos Industriais

RESUMO

A formação de preços em ambientes industriais tradicionalmente utiliza custos médios como base para a definição do preço de venda, desconsiderando a variabilidade inerente aos processos produtivos e a incerteza associada aos custos de fabricação. Essa abordagem pode comprometer a rentabilidade das organizações quando os custos efetivos diferem dos valores estimados. Nesse contexto, este estudo propõe o modelo *Pricing at Risk* (PaR), uma abordagem de precificação que incorpora explicitamente o risco dos custos industriais por meio do indicador *Cost at Risk* (CaR). A pesquisa caracteriza-se como aplicada, de abordagem quantitativa, desenvolvida por meio de um estudo de caso em uma empresa do setor metalúrgico fabricante de prensas hidráulicas. Foi construído um banco de dados contendo 200 cenários de produção da prensa hidráulica PHV-8T, cujos custos foram analisados no software *Orange Data Mining* por meio de estatística descritiva, análise da distribuição empírica, correlação de *Pearson e Feature Ranking*. O *Cost at Risk* foi determinado para diferentes níveis de confiança (80%, 90%, 95%, 97,5% e 99%) e utilizado como base para o cálculo do preço de venda pelo modelo *Pricing at Risk* (PaR), sendo os resultados comparados ao método tradicional de precificação. O modelo proposto permite incorporar a variabilidade dos custos ao processo de formação de preços, possibilitando que organizações definam políticas de precificação compatíveis com diferentes níveis de tolerância ao risco. Como contribuição científica, o estudo integra gestão de custos, análise de riscos e *pricing* em um modelo conceitual inédito de apoio à decisão para ambientes industriais sujeitos à incerteza.

Palavras-chave: *Pricing at Risk*; *Cost at Risk*; Formação de preços.

Área Temática: 2. Custos como ferramenta para o planejamento, controle e apoio a decisões.

1. INTRODUÇÃO

A formação de preços constitui uma das decisões mais relevantes da gestão empresarial, influenciando diretamente a competitividade, a rentabilidade e a sustentabilidade financeira das organizações. Em ambientes industriais, essa decisão é tradicionalmente fundamentada em informações de custos, às quais são incorporadas margens de contribuição capazes de remunerar os recursos empregados na produção e gerar o retorno econômico esperado. Embora diferentes abordagens de precificação tenham sido desenvolvidas ao longo das últimas décadas, os métodos baseados em custos continuam sendo amplamente utilizados devido à sua simplicidade operacional e facilidade de aplicação (Monroe, 2003; Nagle, Hogan & Zale, 2016).

Entretanto, os modelos tradicionais de formação de preços assumem, de forma implícita, que os custos utilizados na precificação representam adequadamente o comportamento futuro do processo produtivo. Essa premissa torna-se limitada em ambientes industriais caracterizados por elevada variabilidade operacional, nos quais fatores como oscilações no consumo de matérias-primas, diferenças de produtividade,

retrabalhos, paradas não planejadas e variações na utilização dos recursos provocam alterações significativas nos custos efetivos de fabricação. Nessas condições, a utilização de custos médios ou determinísticos pode conduzir à definição de preços que não refletem adequadamente a exposição da empresa aos riscos econômicos associados à produção.

Nos últimos anos, a incorporação da análise de riscos aos processos decisórios tem recebido crescente atenção na literatura de gestão. Entre as abordagens propostas, o *Cost at Risk* (CaR) destaca-se por permitir a mensuração probabilística dos custos, estimando o custo máximo esperado para um determinado nível de confiança estatística (Jiménez & Afonso, 2023). Apesar desse avanço, a literatura concentra-se predominantemente na utilização do CaR como instrumento de análise e gerenciamento de custos, permanecendo pouco explorada sua aplicação como elemento estruturante da formação de preços.

Essa lacuna evidencia a necessidade de modelos de precificação capazes de incorporar explicitamente a variabilidade dos custos industriais ao processo decisório. Em vez de utilizar exclusivamente um custo médio como referência para a definição do preço de venda, torna-se possível considerar diferentes níveis de exposição ao risco, permitindo que a política de precificação seja ajustada de acordo com a tolerância ao risco estabelecida pela organização.

Diante desse contexto, este trabalho propõe o modelo *Pricing at Risk* (PaR), uma abordagem de formação de preços baseada na incorporação do *Cost at Risk* (CaR) como variável de entrada do processo de precificação. O modelo substitui o custo médio tradicional por um custo ajustado ao nível de confiança estatística previamente definido, permitindo que o preço de venda reflita não apenas o custo esperado, mas também o risco associado à variabilidade dos custos industriais.

Para avaliar a aplicabilidade do modelo proposto, realizou-se um estudo de caso em uma empresa do setor metalúrgico fabricante de prensas hidráulicas. Foi construído um banco de dados contendo 200 cenários de produção da prensa hidráulica PHV-8T, os quais foram submetidos à análise estatística utilizando o *software Orange Data Mining* para caracterização da distribuição empírica dos custos, determinação do *Cost at risk* e aplicação do modelo *Pricing at Risk* em diferentes níveis de confiança.

A principal contribuição desta pesquisa consiste na integração entre gestão de custos, análise de riscos e formação de preços, propondo um modelo de apoio à decisão que incorpora explicitamente a dimensão probabilística dos custos industriais ao processo de precificação. Ao transformar o nível de risco em um parâmetro gerencial da definição do preço de venda, o modelo amplia as possibilidades de utilização da análise de riscos como instrumento de apoio às decisões estratégicas de pricing em ambientes industriais sujeitos à incerteza.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Formação de preços e pricing estratégico

2.1.1 Conceito de formação de preços

A formação de preços representa uma das decisões mais relevantes da gestão empresarial, influenciando diretamente a competitividade, a rentabilidade e a sustentabilidade financeira das organizações. Mais do que estabelecer um valor monetário para um produto ou serviço, a precificação constitui um processo gerencial que busca equilibrar a recuperação dos recursos empregados na produção, a geração

do retorno econômico esperado e a percepção de valor pelo mercado (Monroe, 2003; Nagle, Hogan & Zale, 2016).

Sob a perspectiva econômica, o preço resulta da interação entre fatores internos e externos à organização. Entre os fatores internos destacam-se a estrutura de custos, os objetivos de lucratividade e a capacidade produtiva, enquanto os fatores externos envolvem a concorrência, o comportamento da demanda e o valor percebido pelos clientes (Tellis, 1986; Monroe, 2003). Assim, a formação de preços deve conciliar viabilidade econômica, competitividade e percepção de valor, tendo os custos como referência mínima para a sustentabilidade financeira da organização.

2.1.2 Métodos de formação de preços

A literatura reconhece três abordagens clássicas para a formação de preços: a precificação baseada em custos (cost-plus pricing), a precificação orientada pelo mercado (market-based pricing) e a precificação baseada no valor percebido pelo cliente (value-based pricing) (Nagle, Hogan & Zale, 2016). Embora possuam fundamentos distintos, essas abordagens buscam estabelecer preços capazes de assegurar competitividade e retorno econômico.

A precificação baseada em custos permanece como o método mais difundido na indústria, determinando o preço de venda pela aplicação de uma margem sobre o custo de fabricação. A precificação orientada pelo mercado utiliza como referência os preços praticados pelos concorrentes e as condições competitivas do setor, enquanto a precificação baseada no valor estabelece preços de acordo com os benefícios percebidos pelo cliente (Monroe, 2003; Hinterhuber, 2016).

Apesar das diferenças conceituais, todas essas abordagens dependem, em maior ou menor grau, da qualidade das informações de custos para garantir a viabilidade econômica das decisões de precificação. Assim, mesmo nos modelos orientados ao mercado ou ao valor, a mensuração adequada dos custos permanece essencial para assegurar a rentabilidade e a sustentabilidade financeira da organização.

2.1.3 Pricing estratégico

Nas últimas décadas, a formação de preços deixou de ser tratada apenas como uma atividade operacional para assumir papel central na estratégia competitiva das organizações. Nesse contexto, o conceito de pricing estratégico amplia a abordagem tradicional ao integrar as decisões de preço aos objetivos corporativos de crescimento, rentabilidade e posicionamento de mercado (NAGLE; HOGAN; ZALE, 2016).

Sob essa perspectiva, o preço passa a ser definido considerando simultaneamente fatores internos, como estrutura de custos, capacidade produtiva e metas de lucratividade, e fatores externos, como comportamento da concorrência, elasticidade da demanda e valor percebido pelos clientes (TELLIS, 1986; HINTERHUBER, 2016). Essa integração permite que a política de preços seja utilizada como instrumento para maximizar o desempenho econômico da organização e fortalecer sua posição competitiva.

Entretanto, a eficácia das estratégias de pricing depende diretamente da confiabilidade das informações utilizadas como suporte ao processo decisório. Mesmo quando adotam abordagens orientadas ao mercado ou ao valor, as empresas continuam utilizando informações de custos como referência para avaliar a viabilidade econômica dos preços praticados. Consequentemente, limitações na mensuração dos

custos podem comprometer a margem de contribuição, reduzir a rentabilidade e aumentar a exposição da organização aos riscos financeiros.

Apesar dos avanços observados na literatura de pricing estratégico, a maioria dos modelos continua fundamentada em custos médios ou previamente estimados, assumindo implicitamente que essas informações representam adequadamente o comportamento futuro dos processos produtivos. Em ambientes industriais caracterizados por elevada variabilidade operacional, essa premissa pode não refletir a dinâmica real dos custos de fabricação, reduzindo a capacidade dos modelos tradicionais de incorporar explicitamente o risco associado às operações produtivas.

Essa limitação evidencia a necessidade de abordagens capazes de representar a variabilidade dos custos industriais de forma probabilística, fornecendo informações mais consistentes para a formação de preços em ambientes sujeitos à incerteza. Nessa perspectiva, compreender o comportamento dos custos industriais constitui um passo essencial para o desenvolvimento de modelos de precificação que incorporem explicitamente o risco ao processo decisório.

2.2 Custos Industriais e formação de preço

2.2.1 Estrutura e variabilidade dos custos industriais

Os custos industriais constituem a principal base econômica para a formação de preços, pois representam os recursos consumidos durante o processo de fabricação e determinam o limite mínimo para a viabilidade financeira das operações (HORNGREN; DATAR; FOSTER, 2009; MARTINS, 2018). Independentemente da estratégia de precificação adotada, a adequada mensuração desses custos é essencial para assegurar a recuperação dos recursos empregados na produção e a obtenção da rentabilidade esperada.

A estrutura dos custos industriais compreende materiais diretos, mão de obra direta e custos indiretos de fabricação. Enquanto os custos diretos podem ser atribuídos diretamente aos produtos, os custos indiretos dependem de critérios de alocação, tornando sua mensuração mais complexa. Kaplan e Cooper (1998) destacam que a utilização de direcionadores de custos contribui para reduzir distorções na apropriação dos custos indiretos e aumentar a confiabilidade das informações gerenciais.

Além de sua estrutura, os custos industriais apresentam comportamento dinâmico, influenciado por fatores operacionais e econômicos, como oscilações nos preços dos insumos, produtividade da mão de obra, utilização da capacidade produtiva, consumo de energia, eficiência dos equipamentos e ocorrência de retrabalhos. Como consequência, produtos fabricados sob especificações idênticas podem apresentar custos distintos em diferentes ordens de produção. Essa característica reforça a importância de sistemas de custeio capazes de representar adequadamente o comportamento dos custos utilizados como base para a tomada de decisão.

2.2.2 Custos industriais como base para a formação de preços

A literatura de gestão de custos reconhece que a qualidade da formação de preços está diretamente relacionada à confiabilidade das informações de custos utilizadas no processo decisório (MARTINS, 2018; HORNGREN; DATAR; FOSTER, 2009). Nos modelos tradicionais de precificação, o custo de fabricação constitui a

referência para a definição do preço de venda, ao qual são incorporadas margens destinadas à cobertura das despesas operacionais e à geração do lucro esperado.

Entretanto, a utilização dos custos como base para a precificação exige que esses valores representem adequadamente as condições de produção. Informações imprecisas podem resultar tanto na subavaliação dos preços, comprometendo a rentabilidade da organização, quanto na superavaliação, reduzindo sua competitividade no mercado. Assim, a eficácia das decisões de pricing depende não apenas da estratégia adotada, mas também da qualidade das informações econômicas que sustentam o processo de formação de preços.

Nesse contexto, observa-se que os custos industriais desempenham dupla função na gestão empresarial: além de subsidiarem o controle econômico e operacional, constituem o principal elemento para a definição de políticas de precificação. Consequentemente, a capacidade dos sistemas de custeio em representar o comportamento dos custos influencia diretamente a consistência das decisões gerenciais e o desempenho econômico das organizações

2.3 Custos sob incerteza

Os sistemas produtivos contemporâneos operam em ambientes caracterizados por elevada complexidade, nos quais fatores técnicos, operacionais e econômicos influenciam continuamente os custos industriais. Embora os sistemas tradicionais de custeio forneçam informações essenciais para o planejamento e o controle gerencial, eles normalmente representam os custos por valores médios ou previamente estimados, assumindo implicitamente condições de estabilidade ao longo do processo produtivo (EMBLEMSVÅG, 2003; HOLLMANN, 2016). Entretanto, essa premissa nem sempre reflete a realidade industrial, marcada pela variabilidade dos processos.

Sob a perspectiva da gestão de riscos, a incerteza está associada à impossibilidade de prever com exatidão o comportamento das variáveis que influenciam os custos, como preços das matérias-primas, produtividade da mão de obra, tempos de processamento, disponibilidade de equipamentos, consumo de energia e retrabalhos (DRURY, 2015; HORNGREN; DATAR; FOSTER, 2009). Como consequência, o custo de fabricação deixa de representar um valor fixo e passa a assumir diferentes valores possíveis conforme as condições operacionais.

Nesse contexto, os custos podem ser tratados como variáveis aleatórias descritas por distribuições de probabilidade, permitindo analisar não apenas o valor esperado, mas também sua dispersão e a probabilidade de ocorrência de diferentes cenários (EMBLEMSVÅG, 2003). Essa abordagem fornece informações mais consistentes para o planejamento, a gestão de riscos e a tomada de decisão, além de fundamentar a utilização de métricas capazes de quantificar objetivamente a exposição da organização ao risco dos custos industriais.

2.4 *Cost at risk* (CaR)

A crescente variabilidade dos custos industriais evidencia as limitações de modelos de gestão fundamentados exclusivamente em estimativas determinísticas ou em custos médios históricos. Em ambientes sujeitos à incerteza operacional, torna-se necessário utilizar métricas capazes de representar não apenas o custo esperado, mas também a exposição da organização ao risco associado às variações dos custos (EMBLEMSVÅG, 2003; HOLLMANN, 2016).

Nesse contexto, o *Cost at Risk* (CaR) consiste em uma medida probabilística que estima o valor do custo correspondente a um determinado nível de confiança estatística. Inspirado no conceito de *Value at Risk* (VaR), amplamente utilizado na gestão de riscos financeiros, o CaR permite quantificar a exposição dos custos industriais por meio da distribuição empírica dos dados observados (JIMÉNEZ; AFONSO, 2023).

De forma geral, o *Cost at Risk* pode ser expresso pela Equação (1):

$$CaR\alpha = P\alpha(C) (1)$$

onde:
$CaR\alpha$ = *Cost at Risk* para o nível de confiança α;
$P\alpha(C)$= percentil correspondente da distribuição empírica dos custos;
α = nível de confiança adotado.

Assim, para um nível de confiança de 95%, o CaR95 corresponde ao percentil 95 da distribuição dos custos, indicando que há 95% de probabilidade de os custos permanecerem abaixo desse valor e 5% de probabilidade de serem superiores.

Ao representar os custos por meio de percentis, o CaR amplia a qualidade das informações utilizadas na tomada de decisão, permitindo que organizações com diferentes níveis de tolerância ao risco definam políticas de gestão compatíveis com seus objetivos econômicos. Entretanto, embora sua aplicação na mensuração do risco dos custos esteja consolidada, sua utilização como variável de entrada para a formação de preços permanece pouco explorada na literatura (JIMÉNEZ; AFONSO, 2023).

Essa lacuna fundamenta a proposição do *Pricing at Risk* (PaR), apresentada na seção seguinte, na qual o *Cost at Risk* deixa de ser apenas um indicador de análise para tornar-se o principal parâmetro na determinação do preço de venda.

2.5 *Pricing at risk* (PaR): proposição do modelo conceitual

Os modelos tradicionais de formação de preços são amplamente utilizados na gestão empresarial por sua simplicidade e facilidade de aplicação. Em geral, esses modelos determinam o preço de venda a partir da incorporação de uma margem de contribuição sobre um custo de fabricação previamente estimado ou obtido por meio de valores médios históricos. Embora essa abordagem seja adequada em ambientes relativamente estáveis, sua aplicação em sistemas produtivos sujeitos à elevada variabilidade operacional pode comprometer a consistência das decisões de precificação, uma vez que desconsidera explicitamente o risco associado às oscilações dos custos industriais.

Com base nessa limitação, este estudo propõe o *Pricing at Risk* (PaR), um modelo conceitual de formação de preços que incorpora o risco dos custos industriais ao processo de precificação por meio do *Cost at Risk* (CaR). Diferentemente dos modelos convencionais, nos quais o custo médio constitui a referência para a determinação do preço de venda, o PaR utiliza como base o custo correspondente a um nível de confiança estatística previamente definido pela organização. Dessa forma, a decisão de preço deixa de considerar apenas o valor esperado dos custos e passa a incorporar explicitamente sua distribuição probabilística.

Matematicamente, o modelo tradicional de formação de preços pode ser representado pela Equação (2), na qual o preço de venda é obtido pela aplicação da margem de contribuição sobre o custo médio de fabricação.

$$PT = CMed(1 + m) (2)$$

em que:
PT = preço obtido pelo modelo tradicional;
CMed = custo médio de fabricação;
m = margem de lucro desejada.

No modelo proposto, o custo médio é substituído pelo *Cost at Risk*, resultando na Equação (3).

$$PaR\alpha = \frac{CaR\alpha}{1 - M} (3)$$

em que:
PaRα = preço obtido pelo modelo *Pricing at Risk*;
CaRα = *Cost at Risk* correspondente ao nível de confiança α;
m = margem de lucro desejada.

A principal diferença entre os modelos reside na variável utilizada como base para a precificação. Enquanto a abordagem tradicional considera apenas um custo representativo do processo produtivo, o *Pricing at Risk* permite que o preço seja definido em função do nível de risco que a organização está disposta a assumir. Assim, empresas com diferentes perfis de tolerância ao risco podem estabelecer políticas de precificação distintas, ajustando seus preços conforme o nível de confiança adotado na análise dos custos.

Sob essa perspectiva, o PaR amplia o papel da gestão de custos no processo decisório ao integrar custos, análise probabilística e formação de preços em um único modelo conceitual. O risco deixa de ser tratado apenas como um elemento de monitoramento e passa a constituir um parâmetro explícito da decisão de precificação, permitindo que gestores avaliem os impactos econômicos de diferentes níveis de exposição ao risco antes da definição do preço de venda.

A contribuição teórica desta pesquisa consiste em estender os modelos tradicionais de formação de preços por meio da incorporação explícita do risco dos custos industriais. Ao utilizar o *Cost at Risk* como variável de entrada do processo de precificação, o modelo *Pricing at Risk* oferece uma abordagem que integra gestão de custos, gestão de riscos e *pricing*, proporcionando uma alternativa para apoiar decisões de precificação em ambientes industriais caracterizados por elevada incerteza operacional.

3. METODOLOGIA

3.1 Delineamento da pesquisa

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, de abordagem quantitativa, desenvolvida por meio de um estudo de caso com proposição de modelo em uma empresa do setor metalúrgico fabricante de prensas hidráulicas. A estratégia metodológica foi adotada por possibilitar a investigação de um fenômeno

contemporâneo em seu contexto real, permitindo analisar a influência da variabilidade dos custos industriais no processo de formação de preços (YIN, 2018).

O objetivo da pesquisa foi propor e aplicar o modelo *Pricing at Risk* (PaR), fundamentado na incorporação do *Cost at Risk* (CaR) ao processo de precificação. Para isso, foram utilizados dados do processo produtivo da prensa hidráulica PHV-8T, permitindo analisar o comportamento probabilístico dos custos industriais e sua influência sobre a determinação do preço de venda.

A pesquisa foi conduzida em cinco etapas: (i) construção do banco de dados; (ii) tratamento estatístico e caracterização da distribuição dos custos; (iii) determinação do *Cost at Risk* (CaR) para diferentes níveis de confiança; (iv) aplicação do modelo *Pricing at Risk* (PaR); e (v) comparação entre os preços obtidos pelo modelo proposto e pelo método tradicional baseado em custos médios. O framework metodológico adotado é sintetizado na Figura 1.

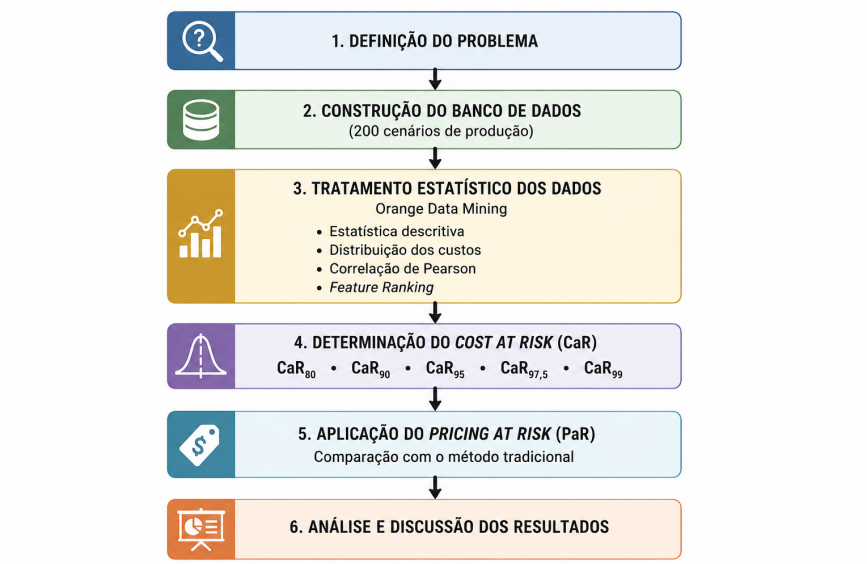


Figura 1 — Framework geral da pesquisa.
Fonte: Elaborada pelos autores (2026)

3.2 Unidade de análise e construção do banco de dados

A unidade de análise desta pesquisa corresponde ao processo produtivo de uma prensa hidráulica modelo PHV-8T, fabricada por uma empresa do setor metalúrgico. A escolha desse produto deve-se à disponibilidade de informações detalhadas sobre os custos de fabricação, permitindo analisar a influência da variabilidade dos custos na formação do preço de venda.

Para a aplicação do modelo proposto, foi construído um banco de dados composto por 200 cenários de produção, elaborados a partir dos parâmetros reais de custos da empresa e das variações normalmente observadas no processo produtivo. Cada observação representa uma ordem de produção contendo informações referentes aos custos de matéria-prima, componentes, mão de obra elétrica, tempos de processamento e custos das principais operações de fabricação.

A partir dessas informações foram calculadas as variáveis consolidadas utilizadas na pesquisa, incluindo o custo direto, o custo dos processos, o custo total de fabricação, o preço obtido pelo método tradicional, o *Cost at Risk* (CaR) e o *Pricing at Risk* (PaR). A Tabela 1 apresenta a síntese das variáveis empregadas na construção do banco de dados.

Tabela 1
Variáveis utilizadas na pesquisa

Grupo	Variáveis
Tempos de produção	Horas_Torno, Horas_Fresa, Horas_Montagem, Horas_Montagem_Final, Horas_Pintura
Custos diretos	Matéria_Prima_R$, Componentes_R$, MO_Elétrica_R$
Custos dos processos	Custo_Torno_R$, Custo_Fresa_R$, Custo_Montagem_R$, Custo_Montagem_Final_R$, Custo_Pintura_R$
Custos consolidados	Custo_Processos_R$, Custo_Direto_R$, Custo_Total_R$
Variáveis de precificação	Margem_Lucro, Preço_Tradicional_R$, CaRα, PaRα

Fonte: Elaborada pelos autores (2026)

3.3 Tratamento estatístico dos dados

Após a construção do banco de dados, as informações foram submetidas a tratamento estatístico utilizando o software Orange Data Mining, com o objetivo de caracterizar o comportamento dos custos industriais e fornecer os parâmetros necessários para a aplicação do modelo Pricing at Risk (PaR).

Inicialmente, realizou-se a análise estatística descritiva das variáveis, incluindo medidas de tendência central e dispersão. Em seguida, foi analisada a distribuição empírica dos custos totais de fabricação, complementada pela análise de correlação linear de Pearson e pela avaliação da importância das variáveis (Feature Ranking), utilizando os algoritmos Univariate Regression e RReliefF.

Os resultados obtidos permitiram caracterizar o comportamento dos custos industriais, identificar as variáveis com maior influência sobre o custo total de fabricação e fornecer os parâmetros utilizados na determinação do *Cost at risk* (CaR).

3.4 Determinação do *cost at risk* (CaR)

O *Cost at Risk* (CaR) foi determinado a partir da distribuição empírica dos custos totais de fabricação obtida no tratamento estatístico do banco de dados. Para cada nível de confiança adotado, calculou-se o percentil correspondente da distribuição dos custos, conforme a Equação (4).

$$CaR\alpha = P\alpha(C) \quad (4)$$

onde:
$CaR\alpha$ = *Cost at Risk* para o nível de confiança α;
$P\alpha(C)$= percentil correspondente da distribuição empírica dos custos;
α = nível de confiança adotado.

Foram determinados os valores de CaR80, CaR90, CaR95, CaR97,5 e CaR99, permitindo analisar diferentes níveis de exposição ao risco na formação do preço de venda. Os valores obtidos constituíram a base para aplicação do modelo Pricing at Risk (PaR).

3.5 Aplicação do modelo *pricing at risk* (PaR)

Após a determinação dos valores do *Cost at Risk* (CaR), aplicou-se o modelo *Pricing at Risk* (PaR) para calcular o preço de venda considerando diferentes níveis

de confiança estatística. O modelo foi avaliado para os níveis de 80%, 90%, 95%, 97,5% e 99%, permitindo comparar os preços obtidos com aqueles determinados pelo método tradicional de formação de preços.

O *Pricing at Risk* (PaR) foi calculado conforme a Equação (5):

$$PaR\alpha = \frac{CaR\alpha}{1 - M} \quad (5)$$

em que:
PaRα = preço obtido pelo modelo *Pricing at Risk*;
CaRα = *Cost at Risk* correspondente ao nível de confiança α;
m = margem de lucro desejada.

Os preços obtidos para cada nível de confiança foram comparados ao método tradicional baseado em custos médios, permitindo avaliar os impactos da incorporação do risco ao processo de formação de preços.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização estatística dos custos industriais

A análise estatística do banco de dados permitiu caracterizar o comportamento das principais variáveis utilizadas na pesquisa, evidenciando a variabilidade inerente aos custos industriais da prensa hidráulica PHV-8T. As estatísticas descritivas indicam que o custo total médio de fabricação foi de R$ 20.434,94, com valores variando entre R$ 19.546,53 e R$ 21.667,01, correspondendo a uma dispersão relativa de 1,67%. O preço de venda obtido pelo método tradicional apresentou média de R$ 26.565,42, refletindo a aplicação da margem de lucro estabelecida pela empresa sobre o custo de fabricação.

Entre os componentes do custo, observou-se maior variabilidade nas operações de montagem e torneamento. O custo de montagem apresentou dispersão relativa de 9,35%, enquanto o custo de torneamento registrou 8,09%, indicando maior sensibilidade dessas operações às condições do processo produtivo. Em contrapartida, os custos de componentes (2,69%) e do custo direto total (2,10%) apresentaram menor variabilidade, evidenciando maior estabilidade ao longo dos cenários analisados.

O histograma da variável Custo_Total_R$ demonstra uma distribuição aproximadamente normal, concentrada em torno da média e sem evidências de multimodalidade ou valores extremos que comprometessem a consistência da base de dados. Embora seja observada uma leve assimetria à direita, a distribuição preserva comportamento compatível com a utilização de percentis para representar diferentes níveis de risco dos custos industriais. Essa característica constitui um requisito importante para a aplicação do *Cost at Risk* (CaR), uma vez que o modelo utiliza diretamente os percentis da distribuição empírica dos custos para estimar a exposição ao risco.

Os resultados evidenciam que, mesmo em um processo produtivo relativamente estável, os custos de fabricação não permanecem constantes, apresentando oscilações decorrentes da variabilidade operacional dos diferentes componentes do processo. Esse comportamento reforça a limitação dos modelos tradicionais de precificação baseados exclusivamente em custos médios, pois tais modelos desconsideram a distribuição probabilística dos custos efetivamente

observados. Assim, os resultados obtidos fornecem evidências empíricas que sustentam a utilização do *Cost at Risk* (CaR) como base para a determinação de preços ajustados ao risco, objetivo central do modelo *Pricing at Risk* (PaR).

4.2 Relação entre os componentes do custo e o custo total de fabricação

Com o objetivo de identificar os fatores que mais influenciam o custo total de fabricação, realizou-se a análise de correlação linear de Pearson, complementada pela avaliação da importância das variáveis (*Feature Ranking*) utilizando os algoritmos *Univariate Regression* e *RReliefF*. Os resultados permitiram identificar quais componentes do processo produtivo apresentam maior contribuição para a variabilidade dos custos industriais.

A análise de correlação demonstrou que o custo dos componentes apresentou a maior associação com o custo total (r = 0,737), indicando forte influência dessa variável na composição do custo de fabricação. Em seguida destacam-se os custos de montagem (r = 0,375), matéria-prima (r = 0,298), pintura (r = 0,272), montagem final (r = 0,248) e torneamento (r = 0,226). Em contrapartida, os custos de mão de obra elétrica (r = 0,109) e de fresagem (r = 0,034) apresentaram baixa correlação com o custo total, indicando menor influência sobre sua variabilidade.

Os resultados do *Feature Ranking* confirmam essa tendência. Pelo algoritmo *Univariate Regression*, os componentes obtiveram o maior índice de relevância (235,20), seguidos pelos custos de montagem (32,45) e matéria-prima (19,27). O algoritmo RReliefF apresentou comportamento semelhante, atribuindo maiores pesos aos componentes (0,203), matéria-prima (0,153) e montagem (0,147). A convergência entre os dois métodos reforça a consistência dos resultados e indica que essas variáveis representam as principais fontes de variação do custo total de fabricação.

Esses achados possuem implicações relevantes para a gestão de custos e para o modelo *Pricing at Risk* (PaR). Ao identificar que a variabilidade do custo total está concentrada em um conjunto reduzido de componentes, torna-se possível direcionar esforços gerenciais para o controle dessas variáveis e compreender quais elementos exercem maior influência sobre o risco dos custos industriais. Consequentemente, a determinação do *Cost at Risk* (CaR) passa a refletir de forma mais consistente o comportamento do processo produtivo, fornecendo uma base estatisticamente fundamentada para a formação de preços ajustados ao risco.

4.3 Determinação do cost at risk (CaR)

A determinação do *Cost at Risk* (CaR) foi realizada a partir da distribuição empírica dos custos totais de fabricação obtida no tratamento estatístico dos 200 cenários de produção. Inicialmente, os valores da variável Custo_Total_R$ foram ordenados em ordem crescente e, posteriormente, foram determinados os percentis correspondentes aos níveis de confiança analisados. O valor do *Cost at Risk* foi definido como o percentil da distribuição empírica dos custos, conforme apresentado na Equação (6).

$$CaR_\alpha = P\alpha(C) \quad (6)$$

onde:
CaRα = *Cost at Risk* para o nível de confiança α;
Pα(C) = percentil correspondente da distribuição empírica dos custos;

C = distribuição dos custos totais de fabricação;
α = nível de confiança adotado.

4.3.1 Memória de cálculo do *Cost at Risk*

O *Cost at Risk* foi obtido a partir da distribuição empírica dos custos totais de fabricação provenientes dos 200 cenários simulados. O procedimento adotado compreendeu quatro etapas.

Etapa 1 – Organização dos dados
Inicialmente, os 200 valores da variável **Custo_Total_R$** foram organizados em ordem crescente.

$$C_(1) \leq C_(2) \leq C_(3) \leq \cdots \leq C_(200) \quad (7)$$

onde:
$C_{(i)}$ representa o i-ésimo custo total após a ordenação crescente.

Etapa 2 – Determinação da posição do percentil
A posição correspondente ao nível de confiança foi determinada por:

$$Pos\alpha = \alpha \times (n + 1) \quad (8)$$

onde

- Pos_{α} = posição do percentil;
- α = nível de confiança;
- n = número de observações.

Como o banco de dados possui *n= 200,* obtem-se as seguintes posições:

Tabela 2
Nivel de Percentis

Nível	Cálculo	Posição
80%	0,80 × (200 + 1)	160,80
90%	0,90 × (200 + 1)	180,90
95%	0,95 × (200 + 1)	190,95
97,5%	0,975 × (200 + 1)	195,98
99%	0,99 × (200 + 1)	198,99

Fonte: elaborada pelos autores (2026)

Etapa 3 – Determinação do percentil
O valor correspondente ao percentil foi obtido utilizando a função estatística PERCENTIL.INC do Microsoft Excel, aplicada à coluna Custo_Total_R$, conforme a Equação (9).

$$CaR\alpha = PERCENTIL.INC(Custo_Total_R\$;\ \alpha) \quad (9)$$

em que:
CaRα = *Cost at Risk* para o nível de confiança α;
Custo_Total_R$ = conjunto de custos totais obtidos nos 200 cenários simulados;
α = nível de confiança adotado.

Etapa 4 – Exemplo de cálculo do *Cost at Risk*

Como exemplo, para um nível de confiança de 95%, a posição do percentil corresponde a 190,95, indicando que o valor do *Cost at Risk* é obtido entre a 190ª e a 191ª observações da distribuição ordenada dos custos. Aplicando a função PERCENTIL.INC(Custo_Total_R$;0,95), obteve-se:

$$CaR95 = R\$\ 21.068{,}19 \quad (10)$$

O mesmo procedimento foi aplicado aos demais níveis de confiança, cujos resultados são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3
Valores do *Cost at Risk* para os níveis de confiança analisados

Nível de confiança	Posição	CaR (R$)
80%	160,80	20.716,98
90%	180,90	20.858,86
95%	190,95	21.068,19
97,5%	195,98	21.183,54
99%	198,99	21.351,46

Fonte: Elaborado pelos autores (2026)

4.4 Aplicação do pricing at risk (PaR)

Após a determinação do *Cost at Risk* (CaR), o valor obtido pode ser incorporado ao processo de formação do preço de venda por meio da metodologia *Pricing at Risk* (PaR). Diferentemente da precificação tradicional, baseada apenas no custo médio de fabricação, o PaR considera o nível de risco aceitável definido pela empresa, utilizando como referência o custo correspondente ao percentil selecionado da distribuição empírica dos custos.

O *Pricing at Risk* é determinado pela Equação (11**).**

$$PaR\alpha = CaR\alpha \times (1 + M) \quad (11)$$

onde:
P*aRα* = *Pricing at Risk* para o nível de confiança α;
CaRα = *Cost at Risk* correspondente ao nível de confiança α;
M = margem de lucro desejada.

Como exemplo, considerando um nível de confiança de 95%, cujo *Cost at Risk* é de R$ 21.068,19, e uma margem de lucro de 30%, obtém-se:

Para demonstrar a aplicação da metodologia, adotou-se uma margem de lucro de 30%. Como exemplo, considerando o nível de confiança de 95%, cujo *Cost at Risk* é de R$ 21.068,19, o preço de venda ajustado ao risco é obtido conforme apresentado na Equação (12).

$$PaR95 = 21.068{,}19 \times (1 + 0{,}30) \quad (12)$$

resultando em:
$PaR95 = 27.388{,}65$

O mesmo procedimento foi aplicado aos demais níveis de confiança, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4
***Pricing at Risk* para diferentes níveis de confiança (margem de lucro de 30%)**

Nível de confiança	CaR (R$)	PaR (R$)
80%	20.716,98	26.932,07
90%	20.858,86	27.116,52
95%	21.068,19	27.388,65
97,5%	21.183,54	27.538,60
99%	21.351,46	27.756,90

Fonte: Elaborado pelos autores (2026)

Os resultados demonstram que o aumento do nível de confiança eleva gradativamente o *Cost at Risk* e, consequentemente, o *Pricing at Risk*. Essa variação representa o custo adicional associado à redução do risco de subprecificação, permitindo que a empresa escolha o nível de proteção mais adequado ao seu perfil de risco e à sua estratégia competitiva.

5 Conclusão

Este estudo teve como objetivo propor e aplicar a metodologia *Pricing at Risk* (PaR) como instrumento de apoio à formação de preços de venda sob condições de incerteza. A metodologia foi desenvolvida a partir da integração entre o *Cost at Risk* (CaR) e uma margem de lucro previamente estabelecida, permitindo incorporar explicitamente o risco dos custos ao processo de formação do preço de venda no processo de precificação.

Os resultados demonstraram que a utilização de diferentes níveis de confiança produz valores crescentes de *Cost at Risk*, refletindo diretamente na determinação do *Pricing at Risk*. Dessa forma, a metodologia possibilita estabelecer preços de venda compatíveis com o nível de risco assumido pela organização, reduzindo a probabilidade de subprecificação e contribuindo para decisões de precificação mais consistentes.

Como principal contribuição científica, este trabalho propõe uma metodologia estruturada para incorporar a análise de risco ao processo de formação de preços, ampliando a aplicação do *Cost at Risk* para além da mensuração dos custos e utilizando-o como base para a determinação do *Pricing at Risk*. A abordagem apresentada constitui uma alternativa quantitativa à precificação baseada

exclusivamente no custo médio, permitindo que empresas adaptem seus preços ao nível de risco considerado aceitável.

Como trabalhos futuros, recomenda-se aplicar a metodologia em diferentes setores industriais e em distintos ambientes produtivos, avaliando seu desempenho em diferentes estruturas de custos e estratégias de precificação, bem como comparar seus resultados com métodos tradicionais de formação de preços.

REFERÊNCIAS

Drury, C. (2015). *Management and Cost Accounting*. 9 ed. Boston: Cengage Learning.

Emblemsvåg, J. (2003). *Life-Cycle Costing: Using Activity-Based Costing and Monte Carlo Methods to Manage Future Costs and Risks*. New York: John Wiley & Sons.

Hinterhuber, A. (2016). *The six pricing myths that kill profits. Business Horizons, 59(1), 71–83.*

Hollmann, J. K. (2016). *Project Risk Quantification: A Practitioner's Guide to Realistic Cost and Schedule Risk Management*. Morgantown: AACE International.

Horngren, C. T., Datar, S. M., & Foster, G. (2009). Cost Accounting: A Managerial Emphasis. 13th ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.

Jiménez, V., & Afonso, P. (2023). Cost at risk (CaR): A methodology for costing under uncertainty. *Production*, 33, e20220121.

Kaplan, R. S., & Cooper, R. (1998). *Cost & Effect: Using Integrated Cost Systems to Drive Profitability and Performance*. Boston: Harvard Business School Press.

Martins, E. (2018). *Contabilidade de Custos*. 11. ed. São Paulo: Atlas.

Monroe, K. B. (2003). *Pricing: Making Profitable Decisions*. 3 ed. New York: McGraw-Hill.

Nagle, T. T., Hogan, J. E., & Zale, J. (2016). *The Strategy and Tactics of Pricing: A Guide to Growing More Profitably*. 5 ed. New York: Routledge.

Tellis, G. J. (1986). Beyond the many faces of price: An integration of pricing strategies. *Journal of Marketing*, 50(4), 146-160.

Yin, R. K. (2018). *Case Study Research and Applications: Design and Methods*. 6 ed. Thousand Oaks: Sage Publications.