RCMOS – Revista Científica Multidisciplinar O Saber.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Ano VII, v.2 2026 | submissão: 25/07/2026 | aceito: 28/07/2026 | publicação: 01/08/2026

Gestão de estoques de alta complexidade no varejo de grande escala: um modelo integrado de classificação multicritério, previsão de demanda e otimização dos níveis de serviço

High-complexity inventory management in large-scale retail: an integrated model of multicriteria classification, demand forecasting, and service-level optimization

Gestión de inventario de alta complejidad en el comercio minorista a gran escala: un modelo integrado de clasificación multicriterio, previsión de la demanda y optimización del nivel de servicio

Leandro Sabino

RESUMO

A gestão de estoques no varejo em grande escala exige decisões diferenciadas para milhares de unidades de estoque, submetidas a padrões heterogêneos de demanda, valor, frequência de movimentação e criticidade. Este artigo propõe um modelo integrado que combina a classificação ABC–XYZ–FSN, a previsão orientada pelo perfil da demanda, as políticas de reposição e metas diferenciadas de nível de serviço. A pesquisa possui natureza aplicada, abordagem quantitativa e finalidade exploratória-descritiva, articulando revisão da literatura, modelagem conceitual e estudo de caso com dados simulados. O modelo organiza o processo decisório em seis camadas: qualidade dos dados, segmentação, previsão, parametrização, execução e aprendizagem. No cenário ilustrativo de 10.240 SKUs, a aplicação simulada elevou o fill rate ponderado de 94,1% para 96,8%, reduziu o estoque médio em 11,7% e aumentou o GMROI de 2,34 para 2,68. Os resultados não representam uma organização real, mas demonstram como a realocação de capital e proteção entre segmentos podem conciliar disponibilidade e retorno. Conclui-se que a complexidade deve ser administrada por segmentação, governança de exceções e avaliação integrada de serviço, risco e capital.

Palavras-chave: gestão de estoques; varejo de grande escala; classificação ABC–XYZ–FSN; previsão de demanda; nível de serviço; GMROI.

ABSTRACT

Inventory management in large-scale retail requires differentiated decisions for thousands of stock-keeping units exposed to heterogeneous patterns of demand, value, movement frequency, and criticality. This article proposes an integrated model combining ABC–XYZ–FSN classification, demand-profile-oriented forecasting, replenishment policies, and differentiated service-level targets. The study is applied, quantitative, and exploratory-descriptive, combining literature review, conceptual modeling, and a case study with simulated data. The model organizes decision-making into six layers: data quality, segmentation, forecasting, parameterization, execution, and learning. In an illustrative scenario involving 10,240 SKUs, the simulated application increased weighted fill rate from 94.1% to 96.8%, reduced average inventory by 11.7%, and raised GMROI from 2.34 to 2.68. These results do not represent a real organization; rather, they demonstrate how reallocating capital and protection across segments may reconcile availability and return. The study concludes that complexity should be managed through segmentation, exception governance, and the integrated assessment of service, risk, and capital.

Keywords: inventory management; large-scale retail; ABC–XYZ–FSN classification; demand forecasting; service level; GMROI.

1 INTRODUÇÃO

A expansão do sortimento e a intensificação da concorrência transformaram o estoque em uma das decisões mais sensíveis do varejo de grande escala. Operações que administram milhares de unidades

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

RCMOS – Revista Científica Multidisciplinar O Saber.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Ano VII, v.2 2026 | submissão: 25/07/2026 | aceito: 28/07/2026 | publicação: 01/08/2026

de manutenção de estoque, ou stock-keeping units (SKUs), convivem simultaneamente com demandas regulares, sazonais, erráticas e intermitentes. Nesse ambiente, aplicar a mesma regra de reposição a todos os produtos tende a produzir dois resultados indesejáveis: excesso de capital imobilizado em itens de baixa contribuição e indisponibilidade de mercadorias relevantes para a receita e para a experiência do consumidor. A gestão de estoques deixa, portanto, de ser uma atividade meramente registral e passa a constituir uma arquitetura decisória que articula estratégia comercial, estatística, logística e finanças.

A literatura de gestão de operações descreve o estoque como um mecanismo de desacoplamento entre ritmos distintos de suprimento e consumo, mas também como fonte de custos, riscos e ocultação de ineficiências. Silver, Pyke e Thomas (2017) mostram que políticas de estoque devem equilibrar custos de pedido, manutenção, falta e obsolescência, reconhecendo as particularidades do padrão de demanda e do tempo de reposição. No varejo, esse equilíbrio é mais complexo porque o nível de serviço influencia não somente o atendimento imediato, mas também a substituição de marcas, a fidelidade, a formação de preços e a percepção de confiabilidade da loja. Assim, a disponibilidade precisa ser tratada como resultado econômico, e não como meta isolada.

A classificação ABC, baseada normalmente no valor anual de consumo, permanece difundida por sua simplicidade. Todavia, uma análise unidimensional pode atribuir tratamento semelhante a itens que possuem comportamentos operacionais radicalmente diferentes. Um produto de alto valor e demanda estável não requer a mesma previsão nem a mesma proteção de um produto de igual valor cuja procura ocorre de maneira esporádica. Flores e Whybark (1986) demonstram que a classificação multicritério amplia a utilidade gerencial da segmentação ao incorporar fatores como criticidade, tempo de reposição e possibilidade de substituição. A integração das dimensões ABC, XYZ e FSN constitui, nesse sentido, uma base mais consistente para diferenciar políticas.

O problema de pesquisa deste artigo é formulado da seguinte maneira: como estruturar um modelo integrado capaz de segmentar estoques de alta complexidade, selecionar métodos de previsão compatíveis com os padrões de demanda e estabelecer níveis de serviço economicamente justificáveis no varejo de grande escala? O objetivo geral consiste em propor uma arquitetura de decisão aplicável a portfólios extensos de SKUs. Especificamente, pretende-se: estabelecer critérios de classificação; relacionar segmentos a técnicas de previsão; definir parâmetros de reposição; integrar indicadores operacionais e financeiros; e demonstrar a aplicação do modelo por meio de um estudo ilustrativo com dados simulados.

A investigação adota natureza aplicada, abordagem quantitativa e finalidade exploratória-descritiva. O método combina revisão narrativa da literatura de gestão de estoques com modelagem conceitual e simulação determinística de cenário. O estudo ilustrativo não representa dados reais de uma empresa

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.2 2026 | submissão: 25/07/2026 | aceito: 28/07/2026 | publicação: 01/08/2026

nem resultados profissionais atribuíveis ao autor; sua função é demonstrar a lógica de cálculo e permitir a reprodução do modelo. A contribuição esperada reside na conexão entre quatro componentes frequentemente tratados de modo separado: classificação multicritério, previsão por perfil de demanda, diferenciação dos níveis de serviço e avaliação do capital empregado.

O artigo está organizado em sete seções. Após esta introdução, discute-se a complexidade do inventário varejista; em seguida, apresenta-se a classificação multicritério ABC–XYZ–FSN; a quarta seção examina a previsão de demanda por segmento; a quinta estrutura as políticas de reposição e os níveis de serviço; a sexta desenvolve um modelo integrado de governança e indicadores; e a sétima apresenta o estudo de caso simulado. A conclusão sintetiza os resultados, limitações e possibilidades de pesquisa futura.

2 COMPLEXIDADE DO INVENTÁRIO E DESEMPENHO NO VAREJO

A complexidade do estoque não deriva apenas da quantidade de itens. Ela resulta da interação entre variedade, heterogeneidade da demanda, diferenças de margem, restrições de espaço, prazos de entrega, calendários promocionais, vida útil, substituibilidade e confiabilidade dos registros. Fisher (1997) argumenta que produtos funcionais e inovadores exigem cadeias de suprimentos distintas: os primeiros favorecem eficiência física, enquanto os segundos demandam capacidade de resposta. Em uma mesma rede varejista, ambos podem coexistir, o que inviabiliza políticas uniformes e exige segmentação orientada pelo comportamento econômico e operacional.

Portfólios extensos também ampliam a assimetria entre valor e esforço gerencial. Uma pequena parcela de SKUs pode concentrar grande parte da receita ou da margem, ao passo que milhares de itens de baixa movimentação absorvem capacidade de armazenamento, contagem, reposição, parametrização e compras. A chamada proliferação de SKUs pode aumentar a atratividade do sortimento, mas eleva a probabilidade de erros cadastrais, fragmenta a demanda e dificulta a obtenção de escalas eficientes. Kök, Fisher e Vaidyanathan (2009) observam que o planejamento do sortimento deve considerar tanto a preferência do consumidor quanto as restrições físicas e econômicas da operação.

A acurácia dos registros representa condição prévia para qualquer algoritmo de reposição. DeHoratius e Raman (2008), ao investigarem lojas de uma grande rede, identificaram discrepâncias disseminadas entre estoques físicos e registros sistêmicos. Quando o sistema registra uma quantidade inexistente, a reposição pode não ser acionada e a ruptura permanece invisível; quando o estoque físico supera o registro, pedidos desnecessários elevam o excesso. A digitalização, portanto, não elimina por si só os desvios: controles de recebimento, inventários rotativos, disciplina transacional e auditorias baseadas

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

RCMOS – Revista Científica Multidisciplinar O Saber.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Ano VII, v.2 2026 | submissão: 25/07/2026 | aceito: 28/07/2026 | publicação: 01/08/2026

em risco continuam indispensáveis.

A ruptura deve ser mensurada em mais de uma perspectiva. A taxa por SKU informa quantos itens ficaram indisponíveis; a taxa ponderada por vendas estima a relevância econômica; e a disponibilidade em prateleira captura falhas entre o depósito e o ponto de exposição. Corsten e Gruen (2003) demonstram que causas de ruptura se distribuem ao longo da cadeia, mas uma parcela expressiva está associada à execução na loja e aos processos de pedido. Isso significa que elevar o estoque de segurança indiscriminadamente pode aumentar o capital empregado sem resolver falhas de cadastro, reposição interna ou apresentação.

O desempenho financeiro exige observar a relação entre margem e velocidade. O giro isolado pode favorecer produtos de elevada circulação e baixa rentabilidade, enquanto a margem percentual isolada pode privilegiar itens lentos que consomem capital por longos períodos. O Gross Margin Return on Inventory Investment (GMROI) combina margem bruta monetária e estoque médio ao indicar quanto de margem é produzido para cada unidade monetária investida em inventário. Gaur, Fisher e Raman (2005) demonstram que o giro varia sistematicamente entre empresas varejistas e deve ser interpretado à luz da margem, do crescimento das vendas e da composição do negócio.

Consequentemente, a gestão de alta complexidade deve preservar múltiplos objetivos: disponibilidade de itens relevantes, redução de excessos, estabilidade das operações, uso produtivo do capital e qualidade da informação. Esses objetivos podem entrar em conflito. Um nível de serviço muito elevado reduz a probabilidade de falta, mas demanda estoque de segurança crescente; uma política agressiva de redução de inventário melhora o caixa, porém pode ampliar vendas perdidas. A solução não consiste em maximizar um indicador, mas em definir fronteiras de decisão por segmento e acompanhar os efeitos cruzados.

3 CLASSIFICAÇÃO MULTICRITÉRIO ABC–XYZ–FSN

A classificação ABC deriva do princípio de concentração e organiza os itens segundo uma medida de importância econômica, geralmente o valor anual de consumo, calculado pelo produto entre demanda anual e custo unitário. A classe A costuma reunir poucos itens responsáveis por parcela elevada do valor; a classe B ocupa posição intermediária; e a classe C agrega grande número de itens com contribuição individual reduzida. Os percentuais não constituem leis universais. Devem ser definidos após inspeção da curva acumulada e em coerência com a capacidade de gestão da empresa, evitando cortes automáticos que não representem a distribuição real.

Embora útil para priorizar capital e controle, o ABC não descreve a previsibilidade. A dimensão XYZ acrescenta o coeficiente de variação da demanda, expresso pela razão entre o desvio padrão e a média.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

RCMOS – Revista Científica Multidisciplinar O Saber.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.
Ano VII, v.2 2026 | submissão: 25/07/2026 | aceito: 28/07/2026 | publicação: 01/08/2026

Itens X apresentam consumo relativamente estável; itens Y exibem variação moderada ou sazonalidade identificável; e itens Z possuem alta irregularidade. Essa dimensão altera a interpretação do risco: um item AX merece revisão rigorosa pelo valor, mas pode ser previsto com menor erro; um AZ combina importância econômica e incerteza, exigindo intervenção analítica, colaboração com fornecedores e decisões mais frequentes.

A dimensão FSN classifica os itens pela velocidade ou frequência de movimentação: fast-moving, slow-moving e non-moving. Ela complementa o XYZ porque variabilidade e frequência não são conceitos equivalentes. Um item pode apresentar procura baixa, porém regular, ou alternar longos períodos sem demanda com picos expressivos. A identificação de itens não movimentados é particularmente relevante para ações de descontinuação, transferência, devolução, markdown ou liquidação. Sem esse filtro, produtos sem perspectiva de consumo permanecem incorporados às metas de disponibilidade e distorcem o capital necessário.

A combinação das três matrizes gera até 27 células, mas a governança não precisa criar 27 políticas distintas. O modelo proposto consolida as células em quatro famílias decisórias: estratégica, previsível, volátil e residual. A família estratégica reúne itens A, especialmente AX, AY e AZ, e demanda supervisão gerencial. A família previsível concentra itens X ou de movimento rápido com valor intermediário. A família volátil agrega itens Y/Z com relevância econômica ou operacional. A família residual reúne itens C de movimento lento ou nulo, nos quais simplificação, compra sob demanda ou revisão de sortimento podem ser superiores à manutenção de disponibilidade elevada.

A classificação deve incorporar exceções de criticidade. Um item de baixo valor pode ser essencial para completar uma cesta, habilitar a venda de outro produto, atender à obrigação regulatória ou preservar a proposta de valor da loja. Flores e Whybark (1986) sustentam que critérios múltiplos evitam decisões inadequadas produzidas por uma única variável monetária. No modelo, a criticidade funciona como regra de sobreposição: itens críticos são promovidos a uma família de controle superior, com justificativa registrada, prazo de validade e responsável pela decisão. Essa disciplina impede que exceções se transformem em preferências permanentes sem evidência.

A segmentação precisa ser recalculada em ciclos definidos e sempre que eventos alterarem o comportamento dos itens. Promoções, mudanças de preço, entrada de concorrentes, substituições, rupturas prolongadas e lançamentos podem modificar médias e variâncias. Para evitar instabilidade classificatória, recomenda-se utilizar janelas móveis, regras de persistência e análise humana das transições mais relevantes. A classificação não é um rótulo estático, mas um mecanismo de governança que orienta a intensidade de análise, a frequência de revisão e o grau de automação permitido.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

RCMOS – Revista Científica Multidisciplinar O Saber.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Ano VII, v.2 2026 | submissão: 25/07/2026 | aceito: 28/07/2026 | publicação: 01/08/2026

Quadro 1 – Famílias decisórias do modelo integrado

Família	Combinações predominantes	Política gerencial	Prioridade
Estratégica	Classes A; itens críticos	Revisão contínua, análise de exceções e colaboração com fornecedores	Serviço e risco
Previsível	X e itens rápidos B/C	Automação, revisão periódica e lotes consolidados	Eficiência
Volátil	Y/Z com relevância	Previsão específica, proteção calibrada e flexibilidade	Incerteza
Residual	C lentos ou sem movimento	Compra sob demanda, racionalização ou descontinuação	Capital

Fonte: elaboração própria

4 PREVISÃO DE DEMANDA ORIENTADA PELO PERFIL DO ITEM

A previsão de demanda é uma estimativa condicionada às informações disponíveis, e não uma promessa de acerto. Sua utilidade depende menos da sofisticação nominal do algoritmo do que da adequação entre método, horizonte, granularidade e padrão da série. Hyndman e Athanasopoulos (2021) recomendam avaliar modelos por validação fora da amostra e utilizar benchmarks simples. No varejo, a venda observada também pode ser uma medida censurada da demanda: quando ocorre ruptura, o histórico registra aquilo que foi vendido, não aquilo que o consumidor desejava comprar. O tratamento do dado deve anteceder a seleção do modelo.

Itens X, de demanda estável, podem ser previstos por médias móveis, suavização exponencial simples ou modelos de tendência quando houver crescimento persistente. A escolha deve considerar erro, estabilidade dos parâmetros e custo de manutenção. Para itens Y, componentes sazonais e efeitos de calendário ganham relevância. Métodos de Holt-Winters, modelos ETS ou regressões com variáveis explicativas podem representar padrões de sazonalidade, promoções e feriados. O uso de dados promocionais é indispensável quando o preço altera substancialmente a procura, sob pena de confundir efeitos comerciais com tendência estrutural.

Itens Z e de demanda intermitente requerem tratamento específico. Croston (1972) propôs estimar

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

RCMOS – Revista Científica Multidisciplinar O Saber.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Ano VII, v.2 2026 | submissão: 25/07/2026 | aceito: 28/07/2026 | publicação: 01/08/2026

separadamente o tamanho das demandas positivas e o intervalo entre ocorrências. Syntetos e Boylan (2005) demonstraram o viés do método original e desenvolveram uma correção amplamente utilizada. A aplicação indiscriminada de médias ou modelos contínuos a séries com muitos zeros tende a produzir previsões pouco interpretáveis e estoques excessivos. Para itens de baixo valor e alta intermitência, políticas de compra sob demanda ou revisão de sortimento podem ser economicamente preferíveis a previsões complexas.

A avaliação do erro deve ser compatível com o portfólio. O MAPE torna-se instável diante de valores reais iguais ou próximos de zero, situação recorrente em séries intermitentes. Hyndman e Koehler (2006) propõem o Mean Absolute Scaled Error (MASE), que permite comparação entre séries e evita algumas limitações das medidas percentuais. Em operações varejistas, o WAPE pode oferecer leitura agregada acessível, mas itens estratégicos devem ser examinados individualmente. Recomenda-se combinar viés, erro absoluto, erro por segmento e impacto monetário, pois pequenos erros em produtos caros podem superar grandes erros percentuais em itens residuais.

A previsão precisa ser conciliada com as decisões comerciais. Lançamentos não possuem histórico próprio; promoções geram uplift; substitutos dividem demanda; e mudanças de exposição alteram vendas. Nessas situações, julgamento estruturado e informação causal complementam os modelos. O processo Sales and Operations Planning, adaptado ao varejo, pode reunir compras, operações, finanças e comercial para registrar premissas e resolver divergências. Ajustes manuais devem ser documentados e avaliados posteriormente, permitindo comparar o valor adicionado pela intervenção humana em relação à previsão estatística inicial.

O modelo proposto estabelece um campeonato de previsões por família de itens. Métodos simples e avançados são reestimados em janelas móveis, e o vencedor é selecionado por desempenho fora da amostra, estabilidade e custo computacional. Não se presume que machine learning seja superior. Para séries curtas, instáveis ou com mudanças estruturais, sua flexibilidade pode aumentar o sobreajuste. A governança deve manter um método de referência, rastrear versões e impedir que alterações nos algoritmos sejam confundidas com melhoria operacional decorrente de outras iniciativas.

5 POLÍTICAS DE REPOSIÇÃO E OTIMIZAÇÃO DOS NÍVEIS DE SERVIÇO

A transformação da previsão em decisão exige definir quando e quanto repor. Em uma política de revisão contínua (s, Q), um pedido de quantidade Q é emitido quando a posição de estoque atinge o ponto s. Em revisão periódica (R, S), o estoque é examinado a cada intervalo R e elevado até o nível S. Silver, Pyke e Thomas (2017) destacam que a escolha depende do valor do item, do custo de

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

RCMOS – Revista Científica Multidisciplinar O Saber.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Ano VII, v.2 2026 | submissão: 25/07/2026 | aceito: 28/07/2026 | publicação: 01/08/2026

monitoramento, das restrições de pedido e da capacidade do sistema. Itens A justificam controle contínuo; itens C podem ser agrupados em ciclos periódicos e regras simplificadas.

O ponto de reposição pode ser expresso como demanda esperada durante o lead time acrescida do estoque de segurança. Sob hipóteses usuais, ROP = μL + zσL, em que μL representa a demanda média durante o tempo de reposição, σL, seu desvio padrão e z, o fator associado ao nível de serviço de ciclo. A fórmula é conceitualmente simples, porém sua aplicação requer estimar simultaneamente incertezas de demanda e lead time. Utilizar prazo contratual no lugar do prazo efetivamente observado reduz artificialmente o estoque de segurança e transfere o risco do fornecedor para a loja.

Nível de serviço de ciclo e fill rate não são equivalentes. O primeiro mede a probabilidade de não ocorrer falta em um ciclo; o segundo representa a fração da demanda atendida diretamente pelo estoque. Dois itens podem compartilhar a mesma probabilidade de ruptura, mas apresentar volumes de falta muito diferentes. Para o varejo, a taxa de atendimento costuma ser mais próxima da experiência econômica, embora a mensuração dependa de dados de demanda não censurada. O modelo recomenda associar metas de fill rate às famílias decisórias e verificar o custo marginal de elevar cada meta.

A otimização econômica exige estimar o custo da falta, frequentemente difícil de observar. Nem toda ruptura resulta em venda definitivamente perdida: o consumidor pode substituir o item, adiar a compra ou procurar outra loja. Campo, Gijsbrechts e Nisol (2000) mostram que a resposta depende das características do produto, da loja e da ocasião de compra. Assim, produtos de destino, itens sem substitutos e componentes essenciais de uma cesta justificam proteção superior. Produtos facilmente substituíveis podem operar com metas menores, desde que a alternativa esteja disponível e a decisão não prejudique a relação com marcas estratégicas.

Restrições de fornecedores e compras alteram a solução teórica. Quantidades mínimas, múltiplos de embalagem, descontos, capacidade de recebimento e frequência de entrega podem impedir o lote ótimo clássico. A política deve considerar o custo total de propriedade, não somente o preço unitário. Descontos que elevam o estoque médio e a obsolescência podem destruir o ganho de aquisição. Para itens voláteis, acordos de reposição frequente, redução de lead time, flexibilidade de volume ou consignação podem produzir mais valor do que a negociação isolada de preço.

No modelo integrado, as metas iniciais de fill rate são diferenciadas: 98% para a família estratégica, 96% para a previsível, 93% para a volátil e 88% para a residual, sujeitas à calibração econômica. Esses valores não constituem padrões universais; funcionam como parâmetros de partida para a simulação. A empresa deve testar curvas custo-serviço e estabelecer limites de capital. A revisão mensal compara disponibilidade, ruptura, excesso e GMROI, enquanto exceções críticas são acompanhadas em frequência semanal ou diária.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

RCMOS – Revista Científica Multidisciplinar O Saber.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Ano VII, v.2 2026 | submissão: 25/07/2026 | aceito: 28/07/2026 | publicação: 01/08/2026

Quadro 2 – Parâmetros iniciais por família

Família	Revisão	Fill rate inicial	Decisão dominante
Estratégica	Contínua/semanal	98%	Disponibilidade com controle de risco
Previsível	Semanal/periódica	96%	Automação e eficiência
Volátil	Semanal e por exceção	93%	Flexibilidade e informação
Residual	Mensal/sob demanda	88%	Redução do capital empregado

Fonte: elaboração própria. Metas ilustrativas, sujeitas à calibração econômica.

6 MODELO INTEGRADO DE GOVERNANÇA E MENSURAÇÃO

O modelo proposto é organizado em seis camadas: qualidade do dado, segmentação, previsão, parametrização, execução e aprendizagem. A primeira valida cadastro, saldo, lead time, calendário e histórico de vendas. A segunda classifica os itens em ABC–XYZ–FSN e aplica regras de criticidade. A terceira seleciona métodos de previsão por comportamento. A quarta calcula políticas e metas de serviço. A quinta controla pedidos, recebimento e reposição de prateleira. A sexta compara resultados, investiga desvios e atualiza parâmetros. A sequência evita automatizar decisões sobre dados defeituosos.

A governança requer direitos decisórios claros. A equipe de dados mantém definições, linhagem e qualidade; compras responde por fornecedores e condições; operações asseguram execução física; comercial registra promoções, substituições e lançamentos; finanças estabelece custo de capital e limites orçamentários. Um comitê de estoque resolve exceções que cruzam áreas, mas não deve revisar manualmente todos os itens. O princípio é administrar por exceção: algoritmos tratam situações rotineiras, enquanto pessoas concentram atenção em itens estratégicos, mudanças abruptas e conflitos de objetivo.

O painel de controle deve separar indicadores antecedentes e consequentes. Entre os antecedentes estão acurácia do cadastro, estabilidade do lead time, cobertura das previsões, aderência a parâmetros e pontualidade do fornecedor. Entre os consequentes estão fill rate, ruptura, vendas perdidas estimadas, estoque médio, giro, obsolescência e GMROI. A leitura conjunta previne interpretações

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

RCMOS – Revista Científica Multidisciplinar O Saber.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Ano VII, v.2 2026 | submissão: 25/07/2026 | aceito: 28/07/2026 | publicação: 01/08/2026

causais precipitadas. Uma melhora de disponibilidade acompanhada por crescimento desproporcional do estoque pode indicar que o resultado foi comprado com capital excessivo, e não obtido por maior eficiência.

O GMROI é calculado pela divisão da margem bruta anual pelo custo médio do estoque. Um resultado de 2,5 indica que cada unidade monetária investida em inventário gerou 2,5 unidades de margem bruta no período. A comparação deve respeitar categorias com estruturas econômicas distintas e considerar sazonalidade. Para decisões de curto prazo, podem ser adicionados dias de estoque, sell-through e markdown. O objetivo não é converter o GMROI em indicador absoluto, mas integrá-lo ao nível de serviço para avaliar simultaneamente retorno e disponibilidade.

A experimentação controlada fortalece a aprendizagem. Políticas novas podem ser aplicadas a grupos comparáveis de lojas ou categorias, preservando um grupo de controle quando possível. Diferenças em diferenças, séries temporais interrompidas e testes escalonados ajudam a separar o efeito da intervenção da sazonalidade e das tendências gerais. A avaliação deve ser definida antes da implantação, com hipóteses, métricas e janela temporal. Sem esse desenho, reduções de estoque ou aumentos de vendas podem ser atribuídos incorretamente ao modelo.

A gestão de mudanças completa a arquitetura. Parâmetros técnicos fracassam quando não se integram às rotinas de pedido, recebimento, contagem e exposição. Treinamento deve explicar não apenas a operação do sistema, mas a razão dos controles e o impacto dos erros. Incentivos também precisam ser balanceados: metas exclusivas de vendas podem estimular excesso de compras, enquanto metas exclusivas de estoque podem provocar rupturas. A responsabilidade compartilhada deve combinar serviço, capital, margem e qualidade da execução.

7 ESTUDO DE CASO ILUSTRATIVO COM DADOS SIMULADOS

Para demonstrar a aplicação, foi construído um cenário simulado de uma operação varejista com 10.240 SKUs, doze meses de histórico e três centros de abastecimento. Os dados foram gerados para representar diferentes distribuições de valor, frequência e variabilidade. O cenário-base utilizava revisão quinzenal uniforme, meta de serviço de 95% e estoque de segurança calculado por média histórica sem diferenciação. O cenário proposto aplicou a classificação ABC–XYZ–FSN, métodos de previsão por família, revisão contínua para itens estratégicos e metas de fill rate diferenciadas. Não se trata de evidência empírica sobre uma empresa específica.

Na segmentação, 12% dos itens foram classificados como A e concentraram 71% do valor anual de consumo; 23% integraram a classe B e responderam por 19%; e 65% ficaram na classe C, com 10% do valor. Pela variabilidade, 31% foram X, 37% Y e 32% Z. Quanto ao movimento, 46% eram

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

RCMOS – Revista Científica Multidisciplinar O Saber.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Ano VII, v.2 2026 | submissão: 25/07/2026 | aceito: 28/07/2026 | publicação: 01/08/2026

rápidos, 39% lentos e 15% sem movimento relevante no horizonte. O cruzamento revelou que 4,8% do portfólio combinava classe A e perfil Z, constituindo a principal zona de risco econômico.

Os itens AX foram submetidos à suavização exponencial e revisão contínua; AY recebeu modelos sazonais e revisão semanal; AZ combinou previsão probabilística, revisão gerencial e acordos de flexibilidade. Itens CX de movimento rápido foram administrados em revisão periódica com lotes consolidados. Itens CZ lentos ou sem movimento foram direcionados à análise de sortimento, compra sob demanda ou descontinuação. O procedimento reduziu a quantidade de decisões manuais rotineiras e concentrou a análise humana nos segmentos de maior impacto.

Após doze ciclos mensais simulados, o fill rate ponderado aumentou de 94,1% para 96,8%, enquanto o estoque médio a custo recuou de 8,40 para 7,42 milhões de unidades monetárias, redução de 11,7%. A taxa de ruptura ponderada por vendas caiu de 5,9% para 3,2%. O giro anual aumentou de 6,1 para 6,8, e o GMROI passou de 2,34 para 2,68. Os resultados representam a mecânica do modelo sob premissas controladas e não devem ser interpretados como promessa de desempenho em aplicações reais.

A decomposição indicou que o maior ganho de capital ocorreu nos itens C de movimento lento, enquanto o maior avanço de serviço ocorreu nos itens A de demanda estável e sazonal. Nos itens AZ, a redução de ruptura foi menor e exigiu revisão mais frequente, confirmando que a incerteza elevada não é resolvida apenas com maior estoque. A redução do lead time simulado e a flexibilidade dos lotes contribuíram de forma relevante. Isso evidencia que políticas de fornecimento e qualidade da informação são complementares ao cálculo estatístico.

Uma análise de sensibilidade elevou o custo de capital e ampliou a variabilidade do lead time. Com custo de capital maior, a solução ótima reduziu as metas dos itens residuais e acelerou a descontinuação dos não movimentados. Com lead time mais instável, o estoque de segurança dos itens estratégicos aumentou e parte do ganho financeiro desapareceu. O resultado reforça que parâmetros devem ser atualizados e que metas fixas, quando desconectadas do ambiente econômico e do desempenho dos fornecedores, produzem falsa precisão.

O caso ilustra três conclusões gerenciais. Primeiro, segmentar não significa apenas organizar relatórios, mas associar cada classe a uma decisão. Segundo, previsão sem política de reposição e disciplina de execução não produz disponibilidade. Terceiro, reduzir estoque e elevar serviço simultaneamente é possível quando excessos e proteções são realocados entre segmentos, mas não constitui resultado automático. A implementação real exige piloto, dados confiáveis, medição de vendas censuradas e avaliação estatística do efeito.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

RCMOS – Revista Científica Multidisciplinar O Saber.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.
Ano VII, v.2 2026 | submissão: 25/07/2026 | aceito: 28/07/2026 | publicação: 01/08/2026

Tabela 1 – Resultados do cenário simulado

Indicador	Cenário-base	Modelo integrado	Variação
Fill rate ponderado	94,1%	96,8%	+2,7 p.p.
Estoque médio a custo	8,40 milhões	7,42 milhões	−11,7%
Ruptura ponderada	5,9%	3,2%	−2,7 p.p.
Giro anual	6,1	6,8	+11,5%
GMROI	2,34	2,68	+14,5%

Fonte: elaboração própria com dados simulados.

CONCLUSÃO

A gestão de estoques de alta complexidade no varejo de grande escala exige abandonar a premissa de que milhares de SKUs podem ser administrados por uma política uniforme. A heterogeneidade de valor, variabilidade, frequência, margem, criticidade e tempo de reposição cria riscos distintos e demanda respostas diferenciadas. Este artigo propôs um modelo integrado que conecta classificação ABC–XYZ–FSN, previsão orientada pelo perfil da demanda, políticas de reposição, metas econômicas de serviço e indicadores de retorno sobre o capital.

A classificação ABC preserva sua utilidade como instrumento de priorização econômica, mas se torna insuficiente quando empregada isoladamente. A incorporação das dimensões XYZ e FSN permite distinguir previsibilidade e velocidade, enquanto a regra de criticidade protege itens cujo papel estratégico não é capturado pelo valor anual de consumo. A consolidação das 27 combinações potenciais em quatro famílias decisórias reduz a complexidade gerencial sem eliminar diferenças relevantes. Dessa forma, a segmentação passa a orientar método, frequência de revisão, nível de automação e responsabilidade.

A análise da previsão demonstrou que não existe método universalmente superior. Séries estáveis podem ser atendidas por técnicas simples; padrões sazonais exigem componentes específicos; e demandas intermitentes requerem métodos próprios ou decisões alternativas à manutenção do estoque. A validação fora da amostra, a escolha de métricas adequadas e o tratamento de vendas censuradas por ruptura são condições fundamentais. O valor da previsão surge quando ela é convertida em parâmetros de reposição e revisada à luz das decisões comerciais.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.2 2026 | submissão: 25/07/2026 | aceito: 28/07/2026 | publicação: 01/08/2026

A diferenciação dos níveis de serviço constitui o núcleo econômico do modelo. Metas máximas aplicadas indiscriminadamente elevam o estoque de segurança e ocultam o custo marginal da disponibilidade. Ao relacionar fill rate, substituibilidade, margem, criticidade e custo de falta, a empresa pode proteger itens estratégicos e simplificar o tratamento de itens residuais. A estabilidade do lead time e a flexibilidade do fornecedor aparecem como variáveis tão relevantes quanto a variabilidade da demanda, o que amplia a gestão para além das fronteiras internas da loja.

O estudo ilustrativo demonstrou a lógica de realocação: reduzir capital em itens lentos e sem movimento para ampliar proteção e atenção nos segmentos de maior impacto. Os resultados simulados indicaram melhora conjunta de fill rate, giro e GMROI, mas foram apresentados deliberadamente como demonstração, não como evidência empresarial. Em aplicações reais, efeitos devem ser identificados por pilotos, grupos comparáveis e métodos quase experimentais. Essa precaução é essencial para separar ganhos do modelo de alterações de preço, sazonalidade, promoções ou crescimento geral do mercado.

Como limitações, o modelo não incorpora explicitamente decisões de preço, competição por espaço, substituição entre SKUs, múltiplos elos estocásticos ou restrições detalhadas de capacidade. Pesquisas futuras podem integrar otimização de sortimento e espaço, aprendizado de máquina probabilístico, elasticidade promocional, sustentabilidade e políticas multi-echelon. Também merece investigação a relação entre acurácia dos registros, práticas de trabalho e desempenho de algoritmos, pois a qualidade da execução permanece determinante mesmo em ambientes digitalizados.

Conclui-se que a excelência em estoques não se resume a reduzir quantidades nem a elevar disponibilidade. Ela consiste em alocar informação, capital e atenção gerencial de acordo com o risco e a contribuição de cada item. Um sistema de alta complexidade torna-se administrável quando suas diferenças são reconhecidas, seus parâmetros são verificáveis e seus resultados são avaliados de forma integrada. Assim, a gestão de estoques consolida-se como competência estratégica capaz de sustentar margem, serviço e resiliência no varejo de grande escala.

REFERÊNCIAS

AGRAWAL, Narendra; SMITH, Stephen A. (org.). Retail supply chain management: quantitative models and empirical studies. New York: Springer, 2009.

CAMPO, Katia; GIJSBRECHTS, Els; NISOL, Patricia. Towards understanding consumer response to stock-outs. Journal of Retailing, v. 76, n. 2, p. 219-242, 2000.

CHOPRA, Sunil; MEINDL, Peter. Supply chain management: strategy, planning, and operation. 7. Ed. Harlow: Pearson, 2019.

CORSTEN, Daniel; GRUEN, Thomas. Desperately seeking shelf availability: an examination of the extent, the causes, and the efforts to address retail out-of-stocks. International Journal of Retail & Distribution Management, v. 31, n. 12, p. 605-617, 2003.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.2 2026 | submissão: 25/07/2026 | aceito: 28/07/2026 | publicação: 01/08/2026

CROSTON, J. D. Forecasting and stock control for intermittent demands. Operational Research Quarterly, v. 23, n. 3, p. 289-303, 1972.

DEHORATIUS, Nicole; RAMAN, Ananth. Inventory record inaccuracy: an empirical analysis. Management Science, v. 54, n. 4, p. 627-641, 2008.

FISHER, Marshall L. What is the right supply chain for your product? Harvard Business Review, v. 75, n. 2, p. 105-116, 1997.

FLORES, Benito E.; WHYBARK, D. Clay. Multiple criteria ABC analysis. International Journal of Operations & Production Management, v. 6, n. 3, p. 38-46, 1986.

GAUR, Vishal; FISHER, Marshall L.; RAMAN, Ananth. An econometric analysis of inventory turnover performance in retail services. Management Science, v. 51, n. 2, p. 181-194, 2005.

HYNDMAN, Rob J.; ATHANASOPOULOS, George. Forecasting: principles and practice. 3. Ed. Melbourne: OTexts, 2021.

HYNDMAN, Rob J.; KOEHLER, Anne B. Another look at measures of forecast accuracy. International Journal of Forecasting, v. 22, n. 4, p. 679-688, 2006.

KÖK, A. Gürhan; FISHER, Marshall L.; VAIDYANATHAN, Ramnath. Assortment planning: review of literature and industry practice. In: AGRAWAL, Narendra; SMITH, Stephen A. (org.). Retail supply chain management. New York: Springer, 2009. P. 99-153.

SILVER, Edward A.; PYKE, David F.; THOMAS, Douglas J. Inventory and production management in supply chains. 4. Ed. Boca Raton: CRC Press, 2017.

SYNTETOS, Aris A.; BOYLAN, John E. The accuracy of intermittent demand estimates. International Journal of Forecasting, v. 21, n. 2, p. 303-314, 2005.

TEUNTER, Ruud H.; BABAI, M. Zied; SYNTETOS, Aris A. ABC classification: service levels and inventory costs. Production and Operations Management, v. 19, n. 3, p. 343-352, 2010.

ZIPKIN, Paul H. Foundations of inventory management. Boston: mcgraw-Hill, 2000.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.