ConBRepro
XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
EVENTO ON-LINE
02 a 04 de dezembro de 2026
Inovação e Transformação Digital como Estratégia Competitiva nas Engenharias

Fricções logísticas em hospital universitário: proposição e aplicação exploratória da Matriz de Exposição à Fricção Logística (MEFL)

Rodolfo de Oliveira Ferreira
Programa de Mestrado Profissional em Administração Pública (PROFIAP) - Universidade Federal de Alagoas (UFAL)
Luciana Santos Costa Vieira da Silva
Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade (FEAC) - Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

Resumo: A logística hospitalar depende da articulação entre consumo, disponibilidade física, registro sistêmico e reposição. Este estudo propõe e aplica a Matriz de Exposição à Fricção Logística (MEFL) como instrumento exploratório de classificação de padrões administrativos em um hospital universitário federal. Foram analisadas 24 competências mensais, de janeiro de 2024 a dezembro de 2025, a partir de registros extraídos do Aplicativo de Gestão para Hospitais Universitários (AGHU) e consolidados em ambiente de Business Intelligence. A base de entrada continha 624 itens válidos; dois foram segregados por comportamento residual, resultando em 622 itens elegíveis. O marcador principal foi definido pela ocorrência simultânea de consumo positivo e saldo físico final zero na mesma competência. Foram identificados 207 eventos item-mês envolvendo 131 itens. A matriz classificou 282 itens como fluxo estável, 20 em fricção crítica, 66 em moderada, 45 em pontual, 47 em disponibilidade intermitente, 24 como estoque parado e 138 como inativos. Sua contribuição inédita é integrar consumo, saldo ao fechamento e relevância financeira em regras explícitas de triagem gerencial. O desenho retrospectivo em uma única instituição, a resolução mensal e a ausência de verificação física ou evidência assistencial independente impedem inferir ruptura de estoque, causalidade ou dano ao paciente. A validação futura requer dados de movimentação mais granulares e confronto com registros operacionais.

Palavras-chave: logística hospitalar, gestão de estoques, fricção logística, dados administrativos, reprodutibilidade.

Logistics friction in a university hospital: proposal and exploratory application of the Logistics Friction Exposure Matrix (MEFL)

Abstract: Hospital logistics depends on the coordination of consumption, availability, and inventory records. This study aimed to propose and apply the Logistics Friction Exposure Matrix (MEFL) as an exploratory classification tool for administrative patterns in a federal university hospital. We analyzed 24 monthly periods from January 2024 to December 2025 using pharmaceutical-item records extracted from Management Application for University Hospitals (AGHU) and consolidated in a Business Intelligence dashboard. The input database comprised 624 valid items; two with residual patterns were separated, leaving 622 eligible items. The principal marker was the coexistence of positive consumption and a zero recorded ending balance within the same month. We identified 207 item-month events involving 131 items. The matrix classified 282 items as stable flow, 20 as critical friction, 66 as moderate friction, 45 as isolated friction, 47 as intermittent availability, 24 as stagnant stock, and 138 as inactive. Its original contribution is to integrate consumption, month-end balance, and financial relevance into explicit managerial screening rules. The retrospective single-institution design, monthly resolution, and lack of physical counts or independent care-delivery evidence preclude inferences about actual stockouts, causality, or patient

harm. Future validation should combine more granular transactions with independent operational records.

Keywords: hospital logistics, inventory management, logistics friction, administrative data, reproducibility.

1 Introdução

Os hospitais universitários federais integram assistência de média e alta complexidade, ensino, pesquisa e formação profissional, o que amplia a complexidade gerencial e torna a continuidade do cuidado dependente de cadeias logísticas capazes de assegurar o fornecimento regular de medicamentos e insumos. Nesse contexto, a logística hospitalar constitui infraestrutura crítica para o funcionamento da organização pública de saúde.

A disponibilidade desses itens depende de processos integrados de programação, aquisição, armazenamento, distribuição, registro e reposição. A literatura mostra que a acurácia na captura do uso é condição importante para que os sistemas de controle de estoque produzam eficiência e responsividade (NEVE; SCHMIDT, 2022), enquanto automação e sistemas de informação podem ampliar visibilidade e controle, mas também introduzir discrepâncias, problemas de interoperabilidade e novas exigências de monitoramento (JUNG et al., 2025; NIYOMUGABA et al., 2026).

Nem toda instabilidade logística aparece como ruptura formal de estoque. Parte dos problemas pode se manifestar como busca manual de itens, comunicação adicional entre setores, retrabalho e reorganização de rotinas. Tucker (2004) demonstra que falhas no suprimento de materiais e informações são frequentemente compensadas pelos trabalhadores da linha de frente, reduzindo sua visibilidade organizacional. Halbesleben et al. (2010), Tucker (2016) e Tucker et al. (2020) mostram que workarounds podem preservar o serviço no curto prazo, embora possam ocultar fragilidades sistêmicas.

Neste artigo, fricção logística é empregada como categoria analítica própria para representar padrões administrativos de resistência, descontinuidade ou tensão observáveis na relação entre consumo, disponibilidade física e registros de estoque, sem equivaler automaticamente a *stockout*, desabastecimento ou dano assistencial. A noção se apoia em estudos que tratam *logistical friction* em fluxos de transporte e comércio (HESSE; RODRIGUE, 2004; HAUSMAN; LEE; SUBRAMANIAN, 2005) e em proposta recente de mensuração de fricção logística em organizações militares (FRANCHI et al., 2024). No contexto hospitalar, contudo, sua transposição é feita de modo cauteloso, sem assumir equivalência direta entre esses domínios.

A lacuna explorada consiste em investigar como registros administrativos de estoque e consumo, normalmente empregados para controle operacional, podem ser organizados como evidência analítica para identificar padrões administrativos compatíveis com potencial fricção logística. A Matriz de Exposição à Fricção Logística (MEFL) é proposta para sistematizar consumo, saldo final registrado, intermitência, inatividade, estoque parado e relevância financeira em categorias rastreáveis.

Diante disso, a questão de pesquisa é: como registros administrativos de estoque e consumo extraídos do Aplicativo de Gestão para Hospitais Universitários (AGHU) podem ser organizados em uma matriz exploratória capaz de identificar padrões observáveis associados a marcadores administrativos de potencial fricção logística em um hospital universitário federal? O objetivo geral é propor e aplicar a MEFL para classificar esses registros. Os objetivos específicos são: caracterizar o comportamento dos itens ao longo de 24 competências; estabelecer regras de classificação reproduzíveis; quantificar a frequência e a recorrência do marcador principal; e comparar os perfis resultantes. A classificação constitui uma inferência administrativa a partir dos registros disponíveis e não uma medida direta da disponibilidade no momento da dispensação.

O artigo está estruturado em seis seções. Após esta introdução, apresenta-se o referencial teórico; em seguida, o método e a construção da MEFL; posteriormente, os resultados e sua discussão; por fim, são apresentadas as conclusões, limitações e possibilidades de pesquisa.

2 Referencial teórico

2.1 Logística e gestão de estoques hospitalares

A gestão de estoques hospitalares depende da articulação entre disponibilidade física e qualidade informacional. Awaya et al. (2005) observaram redução de tempo de controle e de volume estocado após integração de sistemas. León-Araujo et al. (2019) relataram ganhos de rastreabilidade e redução do tempo de supervisão com RFID. Entretanto, estudos recentes mostram que a tecnologia não elimina discrepâncias, stockouts, necessidades de treinamento ou problemas de interoperabilidade (JUNG et al., 2025; NIYOMUGABA et al., 2026).

A busca por eficiência também envolve trade-offs. Walczyk et al. (2024) verificaram que modelos mais enxutos podem reduzir custos de manutenção, mas elevar stockouts e esforço de reposição. De forma complementar, Abu Zwaida, Pham e Beauregard (2021) destacam que a gestão de medicamentos hospitalares exige equilibrar o risco de escassez com custos de aquisição, armazenamento, vencimento e sobrestoque, tornando as decisões de reposição sujeitas a incerteza e múltiplos objetivos. Assim, o desempenho logístico hospitalar depende simultaneamente de recursos tecnológicos, confiabilidade dos registros, parâmetros de reposição e coordenação dos fluxos físicos e informacionais.

2.2 Falhas operacionais, workarounds e continuidade do cuidado

Tucker, Edmondson e Spear (2002) distinguem soluções de primeira ordem, que restauram o funcionamento imediato, de soluções de segunda ordem, voltadas à comunicação e prevenção da recorrência. Tucker (2004) define falhas operacionais como interrupções ou erros no fornecimento de materiais ou informações necessários ao trabalho. Em nove hospitais, essas falhas consumiram parcela relevante do tempo de enfermeiros e exigiram localizar materiais, buscar medicamentos ou obter informações.

Halbesleben et al. (2010) mostram que barreiras na cadeia interna de suprimentos podem gerar retrabalho e workarounds durante a administração de medicamentos. Tucker (2016) observa que a dificuldade de acessar a solução formal favorece respostas informais, e Tucker et al. (2020) mostram que os efeitos dos workarounds dependem do contexto. Em conjunto, esses estudos ajudam a explicar por que fragilidades logísticas podem permanecer parcialmente invisíveis quando o trabalho de compensação é absorvido pela linha de frente.

2.3 Fricção logística como categoria analítica

Hesse e Rodrigue (2004) utilizam logistical friction para indicar resistências relacionadas a tempo, complexidade, relações entre atores e infraestrutura. Hausman, Lee e Subramanian (2005) discutem tempo, custo e variabilidade como manifestações observáveis de desempenho logístico. Franchi et al. (2024), em outro domínio organizacional, tratam a fricção como constructo abstrato inferido por indicadores observáveis.

A MEFL transfere essa lógica para registros hospitalares sem assumir equivalência direta entre os campos. O marcador principal é a coincidência, na mesma competência, entre consumo positivo e saldo físico final igual a zero. Essa configuração não comprova stockout, mas diferencia administrativamente situações nas quais há demanda registrada e ausência de saldo ao fechamento. A utilidade proposta é gerencial e exploratória: reduzir o universo de investigação e tornar padrões ambíguos mais visíveis.

2.4 Consequências organizacionais e visibilidade gerencial

A literatura hospitalar também mostra que as consequências de falhas logísticas não se limitam ao evento de indisponibilidade. Rathert et al. (2019) identificaram que problemas de interoperabilidade em prontuários eletrônicos podem ampliar carga de trabalho, atrasos, retrabalho e necessidade percebida de workarounds. Rubbio et al. (2020), por outro lado, interpretam adaptações da linha de frente como manifestações de resiliência organizacional, pois profissionais reorganizam o trabalho para preservar a continuidade do cuidado diante de falhas não previstas.

Estudos mais recentes reforçam que interrupções e sistemas informacionais podem deslocar tempo e atenção dos profissionais. Lee e Jang (2026) mostram que interrupções durante a administração de medicamentos fragmentam o fluxo de trabalho e exigem estratégias individuais de recomposição das tarefas. Al-Yasin e Alharbi (2026) observam que sistemas eletrônicos podem melhorar padronização e segurança, mas também introduzir carga administrativa e instabilidade técnica. Esses resultados sustentam a necessidade de instrumentos gerenciais que aumentem a visibilidade sobre padrões logísticos antes que seus efeitos sejam absorvidos integralmente por ajustes locais.

Em contextos de restrição de recursos, problemas de aquisição, armazenamento e rastreamento podem produzir efeitos ainda mais intensos. Kubheka (2026), em unidades rurais de atenção primária, identificou atrasos de aquisição, rastreamento manual, limitações de armazenamento e necessidade de pedidos emergenciais. Logrono, Zu'bi e Siddiqui (2025) mostram, por sua vez, que mecanismos simples de reposição, como Kanban adaptado, podem reduzir faltas e custos quando alinhados ao fluxo real de consumo. Sallam (2024) destaca resultados semelhantes em revisão sobre Lean e Six Sigma em farmácias hospitalares.

3 Metodologia

3.1 Delineamento, fonte e unidade de análise

O estudo é exploratório-descritivo e utiliza dados administrativos secundários de estoque e consumo de itens farmacológicos. O recorte empírico corresponde a um hospital universitário federal integrado ao SUS. Foram analisadas 24 competências mensais consecutivas, de janeiro de 2024 a dezembro de 2025. Os dados foram extraídos do AGHU por meio de painel institucional de Business Intelligence e consolidados por item e competência. Na extração, foram mantidos os filtros aplicados no próprio painel institucional, que excluíam registros identificados como “(Em branco)”, “X” e “VERIFICAR NO CATÁLOGO DA SEDE TODAS AS PARENTERAIS - NOMENCLATURA DIFERENTE”, resultando em uma base de entrada com 624 itens farmacológicos válidos.

A unidade elementar foi o par item farmacológico por competência mensal. Para cada par consideraram-se consumo mensal, valor consumido e saldo final informado no painel do AGHU. A denominação “saldo final” designa um campo administrativo; não houve contagem independente para confirmar estoque físico. Dois itens apresentaram consumo e saldo final zero em todas as 24 competências. Foram segregados antes da classificação porque esse padrão persistente pode refletir diferentes rotinas de registro ou reposição, que a resolução mensal não permite distinguir. Restaram 622 itens elegíveis. A segregação é decisão analítica que precisa ser reaplicada em qualquer reprodução da matriz e examinada em análise de sensibilidade futura.

3.2 Tratamento dos dados e reprodutibilidade

O processamento foi implementado em Python. O script valida a presença das 24 competências e dos campos de identificação, consumo, valor e saldo final; organiza os registros longitudinalmente; deriva as variáveis analíticas; aplica as regras classificatórias

e executa testes automáticos de consistência. A base continha variantes textuais para ausência de consumo, normalizadas explicitamente para zero. Lançamentos negativos foram preservados na soma algébrica e não considerados consumo positivo para o marcador principal, pois a base não discrimina sua natureza administrativa.

O pacote de reprodutibilidade reúne base de entrada, código, resultados reproduzidos, resumo estatístico e log de auditoria. A execução reproduz os quantitativos do estudo. Como se trata de base administrativa institucional, sua disponibilização pública deve observar autorização da organização responsável. Para a submissão ao evento, o código e a documentação podem ser disponibilizados mediante solicitação, enquanto o compartilhamento da planilha bruta permanece condicionado às regras institucionais aplicáveis.

3.3 Construção da MEFL

A MEFL utiliza regras determinísticas, sem pesos ou índice sintético. O marcador principal ocorre quando há consumo mensal positivo e saldo final registrado igual a zero na mesma competência. Entre os 460 itens ativos elegíveis, a ordenação pelo consumo total decrescente, com desempate pelo código AGHU ascendente, gerou quatro grupos de 115 itens: alto (posições 1–115), médio-alto (116–230), médio-baixo (231–345) e baixo (346–460). A Classificação ABC foi calculada com base no valor total consumido por item nas 24 competências, em ordem decrescente. A classe de cada item foi definida pelo percentual acumulado resultante após a inclusão do próprio item nessa ordenação, sendo classificado como A quando o acumulado resultante foi de até 80%, como B quando superior a 80% e até 95%, e como C quando superior a 95%.

O Quadro 1 sintetiza as regras operacionais. A expressão 'crítica' é exclusivamente gerencial e não indica criticidade terapêutica, risco clínico ou gravidade assistencial.

Quadro 1 - Regras operacionais de classificação da MEFL

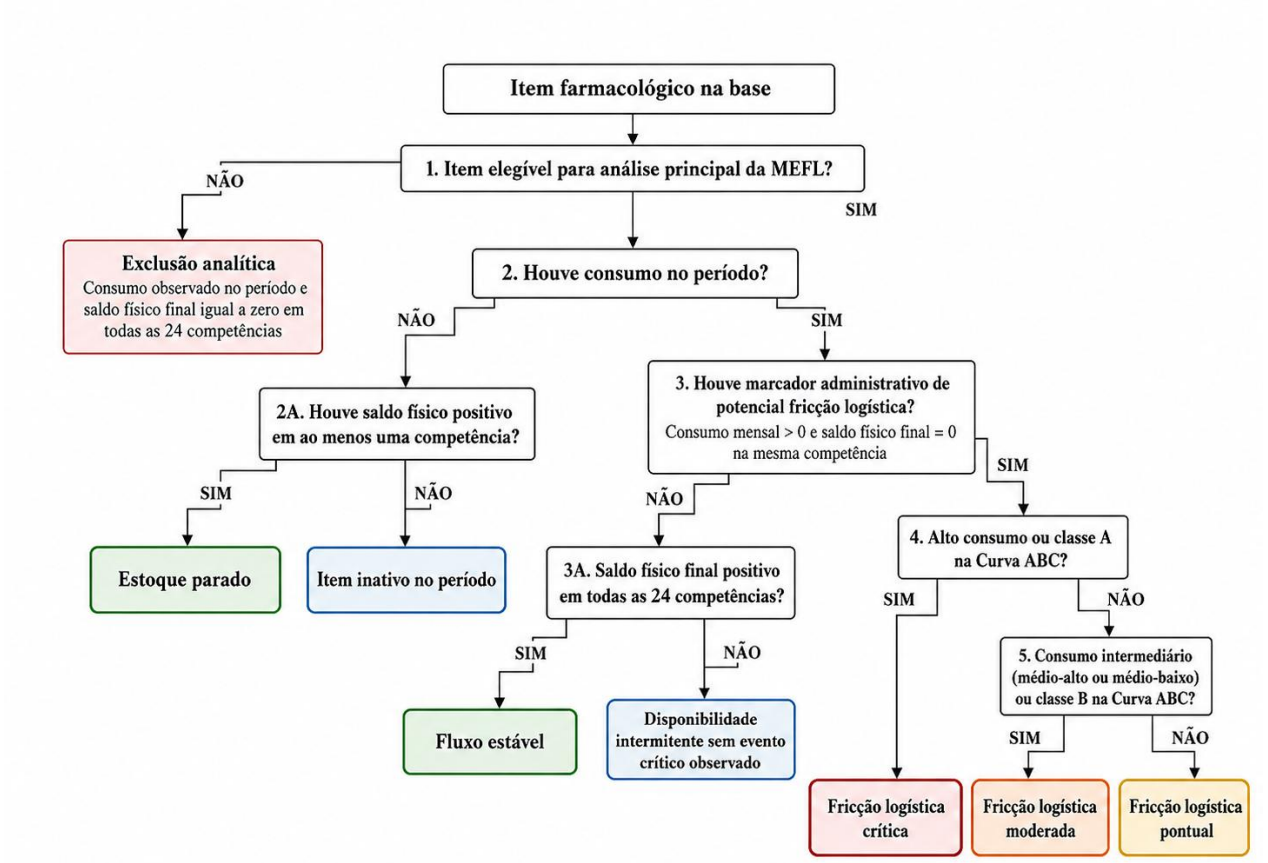
Categoria	Regra operacional	Interpretação permitida
Fluxo estável	Consumo no período; saldo positivo em todas as competências; nenhum marcador.	Padrão administrativo de continuidade do saldo final.
Fricção crítica	≥1 marcador e faixa de alto consumo ou classe A.	Prioridade relativa mais alta da matriz; sem equivalência com gravidade clínica
Fricção moderada	≥1 marcador, não enquadrado como crítico nem pontual ou classe B.	Prioridade intermediária por exclusão, conforme as regras hierárquicas.
Fricção pontual	≥1 marcador, faixa de baixo consumo e classe C; não crítico.	Prioridade relativa menor entre os itens com marcador.
Disponibilidade intermitente	Saldo zero em uma ou mais competências, sem consumo positivo coincidente.	Intermitência administrativa sem o marcador principal.
Estoque parado	Sem consumo + saldo positivo em pelo menos uma competência.	Estoque sem consumo observado.
Item inativo	Sem consumo e sem saldo positivo nas 24 competências.	Ausência de consumo e de disponibilidade física positiva no recorte

Fonte: elaboração própria a partir das regras implementadas no script.

A classificação seguiu esta ordem: elegibilidade; consumo no período; presença do marcador e, nos itens com marcador, combinação da faixa de consumo com a classe ABC. As classes de fricção são mutuamente exclusivas somente se todos os cruzamentos possíveis entre as quatro faixas de consumo e as três classes ABC tiverem destino explícito. A regra para fricção crítica é “alto consumo ou classe A”; a de fricção pontual é

“baixo consumo e classe C”; os demais itens com marcador compõem, por exclusão, a fricção moderada. As regras são mutuamente exclusivas e atribuem uma categoria a cada item elegível.

Figura 1 - Árvore lógica de classificação da MEFL



Fonte: elaboração própria a partir das regras implementadas no script.

A Figura 1 evidencia que a identificação das três categorias de fricção depende da presença do marcador principal e, posteriormente, da combinação entre intensidade de consumo e relevância financeira. Os demais ramos da árvore distinguem situações de fluxo estável, disponibilidade intermitente, estoque parado e inatividade. A correspondência entre as regras descritas no Quadro 1, sua representação na árvore lógica e a implementação computacional busca ampliar a transparência, a rastreabilidade e a reprodutibilidade da classificação.

As faixas de consumo foram formadas pela distribuição dos próprios itens deste hospital, e a ABC depende do valor consumido no período. Portanto, os rótulos “crítica”, “moderada” e “pontual” expressam prioridade relativa nesta base, não níveis absolutos de risco. Sua estabilidade em outros períodos e hospitais permanece uma questão empírica.

A MEFL constitui, portanto, um sistema exploratório de classificação baseado em regras determinísticas, e não uma escala validada de risco. Somente as três categorias de fricção exigem a presença do marcador principal; as demais categorias organizam comportamentos distintos da base sem transformá-los artificialmente em falha logística.

3.4 Procedimentos de análise e controle de consistência

Após a derivação das variáveis, foram calculadas frequências absolutas e relativas, número e percentual de competências com saldo zero, meses com consumo, maior sequência de saldo zero, alternâncias entre saldo zero e positivo, consumo total, valor total consumido e

recorrência do marcador. Parte dessas medidas teve função descritiva complementar e não integrou diretamente a regra de classificação, evitando ampliar desnecessariamente a complexidade da matriz.

O script incorporou testes automáticos para verificar se todo item elegível recebia exatamente uma categoria, se os itens segregados permaneciam fora da classificação principal, se todas as categorias de fricção continham ao menos um marcador, se itens de fluxo estável apresentavam zero marcadores e se a soma das categorias correspondia aos denominadores esperados. A execução foi concluída sem falhas, fortalecendo a rastreabilidade entre entrada, transformação e resultado.

4 Resultados

4.1 Caracterização e frequência do marcador

A Tabela 1 apresenta a composição da base e os principais totais. O denominador da análise é 622 itens elegíveis, dos quais 460 apresentaram consumo no período.

Tabela 1 - Caracterização da base analítica

Indicador	Valor
Itens válidos na base de entrada	624
Exclusões analíticas	2
Itens elegíveis	622
Itens com consumo	460
Itens sem consumo	162
Consumo total	3.308.553 unidades
Valor total consumido	R$ 16.412.451,70

Fonte: resultados reproduzidos a partir da base e do script MEFL.

A Tabela 1 permite distinguir o universo da extração do conjunto efetivamente classificado. Essa separação evita que registros já segregados sejam incorporados ao denominador das frequências e mantém coerência entre tratamento da base e resultados.

O marcador principal foi identificado em 207 eventos item-mês envolvendo 131 itens, equivalentes a 21,1% dos elegíveis e 28,5% dos itens com consumo. A Tabela 2 mostra que 87 itens apresentaram apenas uma ocorrência, enquanto 44 tiveram recorrência.

Tabela 2 - Frequência e recorrência do marcador

Indicador	n	% / observação
Itens com ≥1 marcador	131	21,1% dos elegíveis
Eventos item-mês	207	100,0%
Itens com 1 evento	87	66,4% dos itens com marcador
Itens com ≥2 eventos	44	33,6% dos itens com marcador
Eventos em 2024	122	58,9%
Eventos em 2025	85	41,1%

Fonte: resultados reproduzidos a partir da base e do script MEFL.

Dos 131 itens com marcador, 87 (66,4%) apresentaram uma única ocorrência e 44 (33,6%) apresentaram ocorrências em pelo menos duas competências. Os 207 eventos correspondem, em média, a 1,58 ocorrência por item sinalizado, embora esse valor não descreva a distribuição individual. Foram registrados 122 eventos em 2024 e 85 em 2025, diferença de 37 eventos, equivalente a 30,3% do total observado em 2024. Trata-se de

uma comparação descritiva: alterações no consumo, nas rotinas de reposição ou na qualidade dos lançamentos podem influenciar os totais anuais.

4.2 Classificação dos itens

A aplicação das regras da MEFL distribuiu os 622 itens elegíveis em sete categorias analíticas de exposição à fricção logística. A Tabela 3 apresenta as frequências absolutas e relativas de cada categoria.

Tabela 3 - Distribuição dos itens nas categorias da MEFL

Categoria	n	%
Fluxo estável	282	45,3%
Fricção crítica	20	3,2%
Fricção moderada	66	10,6%
Fricção pontual	45	7,2%
Disponibilidade intermitente	47	7,6%
Estoque parado	24	3,9%
Item inativo	138	22,2%

Fonte: resultados reproduzidos a partir da base e do script MEFL.

As três categorias baseadas no marcador principal - fricção crítica, moderada e pontual - somaram exatamente 131 itens, o mesmo quantitativo identificado na análise dos eventos de consumo associado a saldo final registrado zero. Essa correspondência funciona como verificação interna da coerência das regras classificatórias.

O fluxo estável concentrou a maior parcela da base, com 282 itens (45,3%), seguido pelos 138 itens inativos (22,2%). As categorias de fricção moderada, pontual e crítica corresponderam, respectivamente, a 10,6%, 7,2% e 3,2% dos itens elegíveis. Outros 47 itens (7,6%) foram classificados como disponibilidade intermitente e 24 (3,9%) como estoque parado.

A distribuição evidencia que a MEFL não converte indiscriminadamente diferentes comportamentos administrativos em fricção logística. A matriz preserva categorias distintas para estabilidade, intermitência, ausência de consumo com saldo disponível e inatividade, enquanto reserva as categorias de fricção aos itens que apresentaram o marcador principal.

4.3 Perfil das categorias

Entre os 131 itens com marcador, 20 (15,3%) foram classificados em fricção crítica, 66 (50,4%) em moderada e 45 (34,4%) em pontual. A categoria moderada reuniu aproximadamente metade dos itens sinalizados, enquanto a categoria crítica delimitou 20 itens com alto consumo ou maior relevância financeira relativa. Essas proporções expressam a composição das classes entre os itens com marcador. A classificação não incorpora a frequência individual dos eventos nem a criticidade terapêutica, dimensões que podem produzir ordenações distintas dos mesmos itens.

A recorrência do marcador não alterou isoladamente a categoria, mas permitiu distinguir situações episódicas de padrões persistentes. Essa opção foi deliberada: incorporar simultaneamente recorrência, consumo e valor ao critério principal aumentaria a complexidade da matriz e exigiria pesos cuja validade ainda não foi demonstrada.

Os 47 itens classificados como disponibilidade intermitente apresentaram ao menos uma competência com saldo final zero, mas sem coincidência com consumo positivo na mesma competência. Já os 24 itens em estoque parado mantiveram saldo positivo sem consumo observado, e os 138 inativos permaneceram sem consumo e sem saldo positivo no período.

Essas categorias evitam que diferentes comportamentos administrativos sejam indevidamente agregados como fricção.

5 Discussão

A MEFL transformou 14.928 combinações possíveis de item elegível e competência (622 × 24) em uma triagem por item, identificando 207 eventos em 131 itens. A parcela com marcador, 21,1% dos elegíveis, indica onde começar a revisão dos registros, sem estimar a prevalência de rupturas. Como o saldo representa o fechamento mensal, o consumo pode ter ocorrido antes de uma baixa que zerou o estoque ou após uma reposição no mesmo mês. Essa ambiguidade exige confrontar o marcador com movimentações datadas, requisições não atendidas e contagem física. Neve e Schmidt (2022) ressaltam a relevância da captura acurada do uso para decisões de reposição, mas os dados deste artigo ainda não medem essa acurácia diretamente.

A coexistência de consumo positivo e saldo final registrado igual a zero constitui um sinal administrativo ambíguo, pois não informa em que momento do mês ocorreram consumo e reposição. A recorrência do marcador acrescenta uma dimensão temporal e distingue ocorrências isoladas de padrões persistentes. Na MEFL, essa recorrência caracteriza os itens sinalizados, mas não altera a categoria atribuída pelas regras de consumo e valor.

A divisão dos 131 itens marcados em 20 críticos, 66 moderados e 45 pontuais torna a triagem operacionalmente delimitada. A designação crítica reflete alto consumo ou classe A financeira; um item de baixo consumo e alta relevância clínica pode permanecer fora dessa classe, ao passo que um item financeiramente expressivo pode nela ingressar sem risco assistencial demonstrado. Os quartis de consumo e os limites ABC são escolhas classificatórias cuja validade externa permanece desconhecida. A comparação das categorias com criticidade terapêutica e eventos operacionais independentes constitui uma etapa futura de validação.

Os achados também dialogam com a literatura de falhas operacionais. Tucker, Edmondson e Spear (2002) e Tucker (2004) mostram como respostas imediatas e problemas no suprimento podem manter o trabalho em funcionamento ao custo de esforço adicional; Halbesleben et al. (2010) e Tucker (2016) ajudam a explicar como ajustes locais podem ocorrer sem eliminar causas estruturais. Os dados deste estudo não demonstram a ocorrência desses mecanismos no hospital analisado, mas a MEFL pode indicar pontos nos quais sua existência merece investigação.

A MEFL opera como instrumento de triagem administrativa: sua saída expressa prioridade relativa para investigação, sem constituir diagnóstico de ruptura, falha de abastecimento, risco clínico ou desempenho logístico. O exame dos itens priorizados envolve confronto de estoques físico e registrado, reconstrução de movimentações e análise de requisições, transferências e parâmetros de reposição.

A contribuição é metodológica, que consiste na combinação rastreável de um marcador temporal simples, consumo longitudinal e classificação financeira em regras que atribuem uma categoria a cada item. Em termos gerenciais, os resultados delimitam conjuntos de itens para verificação de registros e do fluxo de reposição. A utilidade decisória, a ocorrência de falsos positivos e falsos negativos e eventuais efeitos sobre faltas ou custos não foram mensurados neste estudo. Um piloto prospectivo, com evidências operacionais independentes, poderá examinar essas dimensões.

6 Conclusões

O estudo propôs e aplicou a MEFL como estratégia exploratória de classificação de registros administrativos de estoque e consumo. A aplicação da matriz evidenciou que registros administrativos com saldo final zero assumem significados distintos quando

analisados em conjunto com consumo, comportamento longitudinal, intensidade de consumo e relevância financeira, enquanto a recorrência contribui para caracterizar os padrões identificados.

A questão de pesquisa é respondida pela demonstração de que registros administrativos podem ser organizados em um sistema exploratório de classificação baseado em regras determinísticas, rastreável e reproduzível. A contribuição principal é metodológica, com implicação gerencial direta: a MEFL reduz o universo de observação e orienta a priorização de análises, sem substituir indicadores tradicionais ou comprovar ruptura, dano assistencial ou causa operacional.

A implementação computacional fortalece a rastreabilidade. A execução do script confirmou 624 itens válidos na base de entrada, duas exclusões analíticas, 622 itens elegíveis, 207 eventos e a distribuição integral das sete categorias, sem falhas nos testes de consistência.

As principais limitações são a resolução mensal do saldo, a ausência de contagem física e de dados sobre demanda não atendida, as variantes textuais e os lançamentos negativos sem significado administrativo estabelecido, a segregação de dois itens atípicos e o estudo em uma única organização. Os testes do script demonstram coerência interna das regras, mas não validade empírica das categorias. A restrição de acesso à base administrativa limita a reprodução independente da aplicação. Pesquisas futuras poderão testar a estabilidade temporal e a sensibilidade aos limiares, incorporar criticidade terapêutica, utilizar movimentações diárias e comparar a matriz com requisições, transferências, empréstimos, reposições emergenciais, inventários físicos e avaliações de profissionais.

Referências

ABU ZWAIDA, Tarek; PHAM, Chuan; BEAUREGARD, Yvan. Optimization of inventory management to prevent drug shortages in the hospital supply chain. **Applied Sciences**, v. 11, n. 6, art. 2726, 2021. DOI: 10.3390/app11062726.

AL-YASIN, Ali Mohammed; ALHARBI, Homood A. Time burden of electronic medical records on nurses and physicians in Saudi Arabia: occurrence, predictors, and challenges - a mixed-methods study. **Healthcare**, v. 14, n. 4, art. 441, 2026. DOI: 10.3390/healthcare14040441.

AWAYA, Toshio; OHTAKI, Ko-ichi; YAMADA, Takehiro; YAMAMOTO, Kuniko; MIYOSHI, Toshiyuki; ITAGAKI, Yu-ichi; TASAKI, Yoshikazu; HAYASE, Nobumasa; MATSUBARA, Kazuo. Automation in drug inventory management saves personnel time and budget. **Yakugaku Zasshi**, v. 125, n. 5, p. 427-432, 2005. DOI: 10.1248/yakushi.125.427.

FRANCHI, Tássio; NEVES, Angela Nogueira; FERREIRA, Luis Fernando Tavares; MIGON, Eduardo Xavier Glaser. Desenvolvimento e validação métrica da Escala de Fricção Logística (EFL) para avaliação do abastecimento de organizações militares de fronteira. **Austral: Revista Brasileira de Estratégia e Relações Internacionais**, v. 13, n. 25, 2024. DOI: 10.22456/2238-6912.124292.

HALBESLEBEN, Jonathon R. B.; SAVAGE, Grant T.; WAKEFIELD, Douglas S.; WAKEFIELD, Bonnie J. Rework and workarounds in nurse medication administration process: implications for work processes and patient safety. **Health Care Management Review**, v. 35, n. 2, p. 124-133, 2010. DOI: 10.1097/HMR.0b013e3181d116c2.

HAUSMAN, Warren H.; LEE, Hau L.; SUBRAMANIAN, Uma. **Global logistics indicators, supply chain metrics, and bilateral trade patterns**. Washington, DC: World Bank, 2005. (World Bank Policy Research Working Paper, n. 3773). DOI: 10.1596/1813-9450-3773.

HESSE, Markus; RODRIGUE, Jean-Paul. The transport geography of logistics and freight distribution. **Journal of Transport Geography**, v. 12, n. 3, p. 171-184, 2004. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2003.12.004.

JUNG, Yoo Young; WALSH, Áine; PATEL, Jig; LAI, Kit. Benefits and challenges associated with implementation and ongoing use of automated dispensing cabinet for medicines: a scoping review. **Exploratory Research in Clinical and Social Pharmacy**, v. 18, art. 100599, 2025. DOI: 10.1016/j.rcsop.2025.100599.

KUBHEKA, Zamanguni F. Inefficiencies in healthcare supply chain management and their impacts on rural clinics in South Africa. **Journal of Transport and Supply Chain Management**, v. 20, art. a1240, 2026. DOI: 10.4102/jtscm.v20i0.1240.

LEE, Won; JANG, Seung Gyeong. Nurses' experience of work interruption during the medication administration: a qualitative study. **Nursing Practice Today**, v. 13, n. 1, p. 63-73, 2026. DOI: 10.18502/npt.v13i1.20598.

LEÓN-ARAUJO, María del Carmen; GÓMEZ-INHIESTO, Elisa; ACAITURRI-AYESTA, María Teresa. Implementation and evaluation of a RFID smart cabinet to improve traceability and the efficient consumption of high cost medical supplies in a large hospital. **Journal of Medical Systems**, v. 43, art. 178, 2019. DOI: 10.1007/s10916-019-1269-6.

LOGRONO, Kenneth Jun; ZU'BI, Belal Salem Mufadi; SIDDIQUI, Raana. 'Leanomics' in healthcare: a three-year quality improvement study on the financial impact of a modified Kanban system in hospital storerooms. **BMJ Open Quality**, v. 14, n. 4, e003416, 2025. DOI: 10.1136/bmjoq-2025-003416.

NEVE, Benjamin V.; SCHMIDT, Charles P. Point-of-use hospital inventory management with inaccurate usage capture. **Health Care Management Science**, v. 25, n. 1, p. 126-145, 2022. DOI: 10.1007/s10729-021-09573-1.

NIYOMUGABA, Germain; KIREZI, Eric; RUGAMBA RUGERO, Fiacre; MUNYENTWARI, Samuel; MAJYAMBERE, Silas; NYIRINGANGO, Gerard; URIMUBENSHI, Gerard. Perceived benefits and barriers of electronic logistics management information system in managing medicine expiries and stock-outs at Rwanda Medical Supply. **Rwanda Journal of Medicine and Health Sciences**, v. 9, n. 1, p. 35-48, 2026. DOI: 10.4314/rjmhs.v9i1.3.

RATHERT, Cheryl; PORTER, Tracy H.; MITTLER, Jessica N.; FLEIG-PALMER, Michelle. Seven years after Meaningful Use: physicians' and nurses' experiences with electronic health records. **Health Care Management Review**, v. 44, n. 1, p. 30-40, 2019. DOI: 10.1097/HMR.0000000000000168.

RUBBIO, Iacopo; BRUCCOLERI, Manfredi; PIETROSI, Astrid; RAGONESE, Barbara. Digital health technology enhances resilient behaviour: evidence from the ward. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 40, n. 1, p. 34-67, 2020. DOI: 10.1108/IJOPM-02-2018-0057.

SALLAM, Mohammed. Enhancing hospital pharmacy operations through Lean and Six Sigma strategies: a systematic review. **Cureus**, v. 16, n. 3, e57176, 2024. DOI: 10.7759/cureus.57176.

TUCKER, Anita L. The impact of operational failures on hospital nurses and their patients. **Journal of Operations Management**, v. 22, n. 2, p. 151-169, 2004. DOI: 10.1016/j.jom.2003.12.006.

TUCKER, Anita L. The impact of workaround difficulty on frontline employees' response to operational failures: a laboratory experiment on medication administration. **Management Science**, v. 62, n. 4, p. 1124-1144, 2016. DOI: 10.1287/mnsc.2015.2170.

TUCKER, Anita L.; EDMONDSON, Amy C.; SPEAR, Steven J. When problem solving prevents organizational learning. **Journal of Organizational Change Management**, v. 15, n. 2, p. 122-137, 2002. DOI: 10.1108/09534810210423008.

TUCKER, Anita L.; ZHENG, Sarah; GARDNER, John W.; BOHN, Roger E. When do workarounds help or hurt patient outcomes? The moderating role of operational failures. **Journal of Operations Management**, v. 66, n. 1-2, p. 67-90, 2020. DOI: 10.1002/joom.1015.

WALCZYK, Thomas; HILL, John D.; GILL, Carla; HUROWITZ, Lisa; STIMLER, David; FLAX, Gary; BOREEN, Christopher; LAU, Edward. A comparison of inventory management models in automated dispensing cabinets at a large academic medical center. **Hospital Pharmacy**, v. 59, n. 3, p. 318-323, 2024. DOI: 10.1177/00185787231214416.