LI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional
Limeira–SP, 02 a 06 de setembro de 2019

APLICAÇÃO DE PROGRAMAÇÃO DINÂMICA PARA PLANEJAMENTO DA REPOSIÇÃO DE MATERIAIS HOSPITALARES

Amanda de Araujo Batista da Silva[1]
Híngred Ferraz Pereira[2]
Julia Lima Fleck[3]
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
R. Marquês de São Vicente, 225, CEP: 22451-900, Rio de Janeiro, RJ, Brasil
amandabatista@aluno.puc-rio.br[1]
hingredfpereira@aluno.puc-rio.br[2]
jfleck@puc-rio.br[3]

RESUMO

A gestão de estoque de materiais hospitalares é um enorme desafio para unidades de saúde não somente porque gastos com materiais hospitalares representam uma alta parcela dos gastos totais de um hospital, mas principalmente porque a falta destes materiais pode comprometer o estado de saúde do paciente. O presente trabalho propõe a aplicação do algoritmo de Wagner-Whitin para o planejamento da reposição de materiais hospitalares levando-se em consideração a variabilidade da demanda. Dados reais do centro cirúrgico de um hospital público brasileiro foram utilizados para ilustrar a aplicabilidade da metodologia. Custos associados ao modelo de compra atual do hospital foram comparados com custos totais oriundos da abordagem proposta considerando-se cinco itens de maior valor monetário e criticidade para a realização de procedimentos cirúrgicos. Planos de reposição gerados através de programação dinâmica resultaram em reduções de 30-75% no custo total em relação ao modelo de compra atual do hospital.

PALAVRAS CHAVE. Gestão de estoque, Wagner-Whitin, Materiais hospitalares.
Tópicos (PO na Área de Saúde)

ABSTRACT

Inventory control of medical supplies is a phenomenal challenge for healthcare organizations, not only due to the fact that medical supplies expenditures account for a large share of total hospital expenditures, but more importantly because lack of such materials may compromise, at times irreversibly, a patient's health condition. This work entails the application of the Wagner-Whitin algorithm for lot sizing of medical supplies considering variable demand patterns. Real data from the surgical ward of a public Brazilian hospital were used to illustrate the applicability of this methodology. Costs associated with the hospital's current replenishment model were compared with those obtained through the proposed approach considering five items of higher monetary value and criticality for surgical procedures. Replenishment plans generated through dynamic programming led to cost reductions of the order of 30-75% with regards to the hospital's current replenishment model costs.

KEYWORDS. Inventory management, Wagner-Whitin, Medical supplies.
Paper topics (OR in Health)

1. Introdução

No âmbito hospitalar, o conceito de alta qualidade de atendimento está necessariamente associado à prestação de serviços médicos de maneira eficiente e eficaz. Para se atingir um alto nível de serviço, suprimentos hospitalares precisam estar disponíveis a todo momento e sob fácil acesso aos profissionais, possibilitando-os desenvolver suas funções ininterruptamente. Neste contexto, materiais hospitalares e medicamentos são frequentemente armazenados em ambientes distintos e em grandes quantidades, visando evitar não apenas sua falta, mas também atrasos na recuperação e consumo do item, decorrentes do deslocamento físico de profissionais para acessar os almoxarifados e farmácias.

Dada a necessidade de grandes quantidades de espaço para alocação dos itens e o fato da capacidade de armazenamento ser finita, o controle de materiais hospitalares e medicamentos deve ser feito de forma eficiente, visando encontrar um equilíbrio entre os níveis de estoque e a qualidade do serviço, uma vez que tal gerenciamento afeta os resultados clínicos e financeiros do hospital [Iannone et al. 2013]. No entanto, apesar da importância do gerenciamento adequado de materiais no setor de saúde, nota-se um atraso nas discussões dos especialistas e a pouca prioridade dada ao tema em pesquisas desta esfera [Volland et al. 2017; Callender e Grasman 2010].

Soma-se a isso o fato que os materiais são a segunda maior causa de aumento dos custos hospitalares, após as despesas com estafe [Paschoal e Castilho 2010], e que o centro cirúrgico é o principal causador de custos de um hospital, sendo responsável por 40-60% do dispêndio com suprimentos hospitalares [Moons et al. 2019]. Este panorama evidencia, portanto, a necessidade da acurácia de informações sobre todo dispêndio efetuado, principalmente no que diz respeito à gestão de estoque no centro cirúrgico.

É notória a relevância da gestão de estoques para uma organização, porém a adoção de estudos relacionados ao contexto hospitalar não vem recebendo o devido interesse ao longo dos últimos anos [Volland et al. 2017]. Acredita-se que uma possível razão para essa falta de priorização por parte dos pesquisadores é a complexidade existente neste perfil de cadeia de suprimento e a ausência de interação direta com a atividade fim do hospital, que consiste no tratamento do paciente [Beier 1995].

Diferente de outras indústrias, o atraso ou carência de algum material em uma unidade de saúde não se traduz somente em perda de receita, pois a depender do estado de saúde do paciente, tal falta pode colocar em risco a vida do paciente e/ou trazer consequências graves. Portanto, constata-se uma enorme contradição entre o impacto da gestão de suprimentos e a importância dada a ela por parte dos gestores dos hospitais.

Apesar de grande parte das publicações referentes à cadeia de suprimentos e gestão de estoques ter como foco outros tipos de indústrias, recentemente tem-se verificado um aumento na quantidade de aplicações ao contexto hospitalar, principalmente no decorrer da última década. O problema de gestão hospitalar foi abordado por Dellaert e Poel [1996] usando o modelo do lote econômico de compra e uma política de controle do tipo (R, s, c, S) foi proposta para melhorar a taxa de serviço. As principais questões relacionadas ao gerenciamento do estoque dentro da cadeia de fornecimento na área de saúde, principalmente setores com maior oportunidade para amortizar os custos, foram relatadas em [Rossetti et al. 2008].

Paschoal e Castilho [2010] compararam a eficácia do Sistema de Gestão de Materiais informatizado (SGM) em relação ao sistema tradicional quanto ao consumo e estoque de materiais no Centro Cirúrgico do Hospital Universitário da Universidade de São Paulo. Bijvank e Vis [2012] desenvolveram modelos de controle de estoque que lidam com capacidade de armazenamento e nível de serviço. Comparando as duas políticas mais utilizadas em hospitais, a saber (R, s, Q) e (R, s, S), os autores verificaram que a primeira necessita de um controle de reabastecimento mais criterioso, com o uso de código de barras, enquanto que a segunda utiliza a capacidade com mais eficiência, sendo a política mais indicada em casos onde os níveis de estoque sejam monitorados automaticamente.

Rachmania e Basri [2013] examinaram o gerenciamento de estoque em um hospital da rede pública na Indonésia com foco no desempenho da cadeia de suprimentos, propondo uma

política (s, Q) com uma revisão contínua capaz de reduzir em 50% o valor total do estoque em mão de medicação oncológica. Um modelo de processo de negócios foi proposto por Iannone et al. [2013] para analisar e descrever os dados e tarefas de gerenciamento de estoque hospitalar, mesclando objetivos clínicos e gerenciais. Em relação à perspectiva clínica, o modelo tinha como objetivo a melhoria da segurança do paciente. Sobre a perspectiva gerencial, o modelo visava constituir as bases para otimização da gestão de materiais hospitalares.

Mais recentemente, Jebbor et al. [2016] apresentaram uma revisão da literatura sobre a cadeia de fornecimento de medicamento e métodos de gestão de estoque, com o objetivo de estabelecer uma análise comparativa dos métodos e abordagens propostos. O estado da arte em gestão logística de materiais em hospital foi revisto por Volland et al. [2017] e quatro linhas de pesquisa foram propostas para categorizar a literatura existente, a saber fornecimento e aquisição, gerenciamento de estoque, distribuição e programação, e gerenciamento holístico da cadeia de suprimentos. Finalmente, Singha et al. [2017] desenvolveram expressões matemáticas para determinar o ponto ótimo de pedido e a quantidade a ser encomendada, considerando capacidade finita de armazenamento, revisões contínuas e periódicas e demanda acumulada e perdida durante a falta de estoque.

Este trabalho visa contribuir para o avanço das discussões acerca do gerenciamento de materiais hospitalares, reportando sobre a efetividade do uso de técnicas de programação dinâmica para o planejamento da reposição de materiais hospitalares em centros cirúrgicos. O algoritmo de Wagner-Whitin foi aplicado a dados reais do centro cirúrgico de um hospital público localizado no município do Rio de Janeiro com o intuito de determinar a quantidade de reposição de materiais hospitalares para o centro cirúrgico desta unidade de saúde, frente à demanda variável de pacientes. O desempenho do modelo de gestão atual foi comparado com o modelo proposto em termos do custo associado ao controle de estoque.

O restante do artigo está estruturado da seguinte forma: na seção 2 são descritas as principais ferramentas metodológicas empregadas na gestão de materiais hospitalares; a seção 3 apresenta a formulação do problema; na seção 4 é detalhada a aplicação do algoritmo de Wagner-Whitin para o planejamento da reposição de materiais hospitalares do centro cirúrgico de um hospital público brasileiro; a seção 5 apresenta os resultados obtidos; na seção 6 são feitas as considerações finais.

2. Métodos

Nesta seção serão apresentadas as principais ferramentas metodológicas utilizadas na pesquisa, as quais visam auxiliar na execução de uma gestão efetiva de materiais hospitalares.

2.1 Classificação ABC e VED

A classificação ABC e VED se dá pela junção entre a análise ABC, desenvolvida na década de 1950 e comumente utilizada como ferramenta no gerenciamento de estoques, e a análise VED, baseada na criticidade e no valor de escassez do item, por meio de uma matriz que correlaciona as duas categorizações e fornece novas nove subcategorias, são elas: AV, AE, AD, BV, BE, BD, CV, CE e CD [Gupta et al.2007]. Estudos recentes apontam que o controle dos itens pode ser feito de forma mais efetiva e eficiente quando são levados em consideração tanto o valor monetário quanto a importância do suprimento para a saúde do paciente [Pokhariya e Mathur 2018]. Para tal, os itens de estoque são divididos em três principais categorias, a saber:

Classe I: inclui itens vitais e caros, contendo as subcategorias AV, BV, CV, AE e AD.

Classe II: abrange os itens essenciais e com baixo custo, isto é, as subcategorias BE, CE e BD.

Classe III: consiste nos itens desejáveis e com o menor custo, ou seja, os artigos classificados como CD.

2.2 Algoritmo de Wagner-Whitin

O algoritmo de programação dinâmica avançada desenvolvido por Wagner e Whitin em 1958 baseia-se no problema do caminho mínimo e no grafo direcionado para solucionar o

problema de dimensionamento de lote. O algoritmo é aplicável a problemas de um único item e uma única máquina, sem restrições de capacidade, tendo como objetivo a obtenção de soluções ótimas que minimizem os custos. A versão dinâmica do modelo de tamanho de lote econômico permite realizar a gestão do estoque por meio de um custo total mínimo que atenda uma demanda conhecida ao longo de todos os períodos analisados [Wagner e Whitin 1958].

O modelo pode ser formulado da seguinte forma:

$$Min \sum_{t=1}^{t} \{C_t\,(X_t) + \; h_t(I_t)\} \qquad (1)$$

sujeito a:

$$X_t + I_{t-1} - I_t = D_t \qquad t = 1, \dots, T \qquad (2)$$

$$X_t \geq 0 \qquad t = 1, \dots, T \qquad (3)$$

$$I_0 = I_t = 0 \qquad t = 1, \dots, T \qquad (4)$$

onde:
$C_t(X_t)$ = custo de compra de X unidades *X* no período t;
$h_t(I_t)$ = custo de manter *I* unidades de itens no estoque até o final do período *t*
T = número total de períodos;
D_t = demanda no período t.

Por se propor a solucionar uma questão importante no contexto da produção e da gestão de estoque, o algoritmo de Wagner-Whitin é encontrado em aplicações diversas, tais como planejamento da produção, planejamento de capacidade e controle de estoque.

3. Caracterização do Problema

O presente trabalho aborda o problema de planejamento da reposição de materiais hospitalares de uso cirúrgico. O centro cirúrgico é um setor crítico de uma unidade hospitalar e a gestão dos materiais em uso neste setor é complexa e dispendiosa devido à necessidade de atualizações constantes decorrentes de um grande número de mudanças de procedimentos e do surgimento de novos produtos. Portanto, constata-se a primordialidade da gestão eficiente de materiais hospitalares no centro cirúrgico, por efeito da maior concentração e variedade de tais itens. No entanto, frequentemente verifica-se que a utilização de recursos neste departamento ainda é ineficiente [Niu et al. 2013].

Este estudo foi conduzido em um hospital municipal na cidade do Rio de Janeiro, o qual dispõe de centro cirúrgico, maternidade e alas de internação hospitalar, realizando atendimentos de urgência e emergência a adultos, crianças e gestantes. De maneira semelhante ao que é retratado na literatura, o hospital em questão apresenta uma gestão ineficiente de seus suprimentos. Atualmente, há insumos comprados em larga escala que dispõem de uma demanda diminuta para tal quantidade e, ao mesmo tempo, solicitações não atendidas. Assim, a solução encontrada para tal imperito consiste da realização de trocas de materiais e medicamentos efetuadas entre as unidades hospitalares pertencentes à rede pública de saúde da cidade.

4. Aplicação

Esta seção apresenta a metodologia empregada na aplicação do algoritmo de Wagner-Whitin para a determinação da quantidade de reposição de itens de estoque do centro cirúrgico do hospital público descrito na seção 3.

4.1 Coleta e tratamento de dados

Os dados foram coletados do sistema corporativo do hospital, sendo extraídos em formato de planilhas eletrônicas e compreendendo o período histórico de sete meses, sendo de abril até outubro de 2018. As informações obtidas por meio de relatórios e entrevistas com os gestores foram as seguintes: número de pacientes internados no centro cirúrgico, materiais hospitalares comprados e materiais hospitalares solicitados pelo setor examinado.

Neste trabalho, foram utilizados os softwares Excel e R Studio versão 3.5.3 para estruturação de informações e implementação do algoritmo de Wagner-Whitin.

4.2 Escolha dos itens

Para a escolha dos itens a serem avaliados utilizou-se a classificação ABC e VED, buscando encontrar aqueles com maior valor monetário e considerados mais importantes para a saúde do paciente.

Inicialmente foi elaborada a classificação ABC considerando todos os materiais existentes no centro cirúrgico, onde itens do grupo A correspondem a 10% do total de itens e 50% ou mais do valor acumulado total, itens do grupo B somam 20% dos itens, contabilizando grande parte do valor monetário restante, e itens do grupo C correspondem a 70% dos itens e 10% do valor total. Com base no valor unitário de cada item e quantidade solicitada no período em questão, obteve-se a classificação ABC do estoque apresentada na Tabela 1. Vale ressaltar que, diferentemente de outras aplicações, optou-se pela contabilização de itens solicitados, e não consumidos, pois a demanda dos materiais nem sempre é atendida.

Tabela 1: Classificação ABC dos itens em estoque no centro cirúrgico

Classificação	Quantidade de itens	% de itens	Valor ($)	% do valor
A	28	16,28	117.190,36	67,62
B	31	28,02	38.527,80	22,23
C	113	66,70	17.581,15	10,14
Total	172	100,00	173.299,31	100,00

A seguir, a classificação dos materiais pela análise VED foi obtida a partir de um relatório cedido pelo hospital, denominado Relatório de Cobertura de Estoque, que apresenta informações sobre a criticidade dos materiais baseada na importância do item para a saúde do paciente. A Tabela 2 apresenta a relação da quantidade de materiais e suas respectivas classificações. Em seguida, foi feito o cruzamento das classificações ABC e VED (Tabela 3).

Tabela 2: Classificação VED dos itens em estoque no centro cirúrgico

Classificação	Qtde. de itens	%i tens
V	57	33,14
E	107	62,21
D	8	4,65
Total	172	100,00

A partir da análise ABC e VED, foi feita uma pré-seleção dos materiais caracterizados como AV. De um total de 12 materiais, apenas cinco apresentavam nos relatórios quantidade dispensada por paciente. Devido ao fato que a utilização dos outros insumos pode variar de acordo com o profissional e o tipo de tratamento a ser desempenhado no paciente, e perante a inexistência de padronização de procedimentos efetuados no local, mostrou-se proibitivo mensurar a taxa de consumo dos demais itens. Portanto, os materiais escolhidos para análise foram: (*i*) agulhas descartáveis para raqui-anestesia 25G/3,5cm; (*ii*) dispositivo intermediário duas vias; (*iii*) filtro bacteriano e viral para respirador adulto; (*iv*) equipo, soro macrogostas injetor lateral 1,2m; (*v*) frasco coletor de aspiração nasodren 1000 ml.

4.3 Método de Wagner-Whitin

O algoritmo de Wagner-Whitin foi empregado para encontrar o lote econômico de compra dos cinco materiais definidos na seção 4.2, objetivando minimizar o custo total no período analisado, isto é, entre os meses de abril e outubro de 2018. Para realizar tal implementação, foi necessário determinar os parâmetros basilares do algoritmo, sendo eles: custo de compra ($C_t(X_t)$), custo de manutenção de estoque (r), considerado pelo hospital como custo de

holding, e o valor unitário de cada produto (v). Os valores dos parâmetros foram obtidos por meio de relatórios extraídos do sistema do hospital e encontram-se elencados por tipo de material na Tabela 4.

Tabela 4: Valores dos parâmetros do algoritmo de Wagner-Whitin

Material	$C_t(X_t)$ (R$)	r (R$/R$/ano)	v (R$)
Agulhas descartáveis para raqui-anestesia 25G/3,5cm	20,00	0,03	5,23
Dispositivo intermediário 2 vias	50,00	0,03	8,34
Filtro bacteriano e viral para respirador adulto	50,00	0,03	7,09
Equipo, soro macrogotas injetor lateral 1,2m	50,00	0,03	3,94
Frasco coletor de aspiração nasodren 1000ml	40,00	0,03	15,97

Como exemplo ilustrativo, serão apresentados resultados detalhados para o material agulha descartável para raqui-anestesia 25G/3,5cm, o qual compreende a maior porcentagem de solicitações advindas do centro cirúrgico (69%) dentre os materiais classificados como AV. A seguir encontram-se valores do custo mensal acumulado (Tabela 5) e do tamanho do lote a ser comprado frente a demanda naquele mês (Tabela 6) para o material em questão.

Em relação aos custos acumulados, convém mencionar que os valores se referem à quantidade de material que deveria ter sido comprado em cada mês. Após a identificação do menor valor de custo por coluna na Tabela 5, verifica-se o período que corresponde a este valor na linha e, assim, deve-se solicitar a quantidade equivalente à demanda naquele mês no período com o menor custo. Por exemplo, considerando o mês de junho, o menor custo está relacionado ao primeiro período. Isto indica que a demanda de junho deve ser adiantada, ou seja, adquirida no mês de abril, que é primeiro mês do horizonte de planejamento nesta análise. Cabe destacar que a Tabela 5 apresenta os custos acumulados; desta forma, o custo relevante total ótimo do material é o menor valor apontado na última coluna, o que, no caso da agulha descartável para raqui-anestesia 25G/3,5cm, corresponde a R$117,66.

Tabela 5: Custos acumulados por mês para a agulha descartável para raqui-anestesia 25G/3,5cm

Período da compra	Custo Mensal acumulado (R$)						
	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out
1	20,00	24,71	39,14	92,80	166,86	268,06	388,56
2	0	40,00	47,22	82,99	138,53	219,49	319,91
3	0	0	44,71	62,59	99,62	160,34	240,68
4	0	0	0	59,14	77,66	118,14	178,39
5	0	0	0	0	79,14	99,38	139,55
6	0	0	0	0	0	97,66	117,74
7	0	0	0	0	0	0	117,66

Tabela 6: Tamanho do lote de compra e demanda mensal para a agulha descartável para raqui-anestesia 25G/3,5cm

Mês	Tamanho do lote	Demanda
Abr	102	26
Mai	0	30
Jun	0	46
Jul	232	114
Ago	0	118
Set	129	129
Out	128	128

Os cálculos apresentados nas Tabelas 5 e 6 foram replicados para os demais materiais, permitindo a determinação do tamanho do lote de compra e do custo relevante total (CRT) ótimo para o período explorado (Tabela 7).

Tabela 7: Tamanho do lote ótimo de compra por mês e custo relevante total para outros itens AV

Material	Duas vias	Filtro	Equipo	Frasco
Mês		Quantidade		
Abr	512	280	280	84
Mai	0	0	0	0
Jun	0	459	459	138
Jul	463	0	0	0
Ago	0	236	293	148
Set	257	257	256	0
Out	256	256	0	77
CRT	242,07	330,61	275,06	251,51

5. Resultados

Subsequente à aplicação do método de Wagner-Whitin, é possível contrapor a quantidade de materiais efetivamente comprada para o centro cirúrgico (informação extraída do histórico) e o valor do lote de compra que satisfaria a demanda com menor custo total. A Tabela 8 apresenta esta comparação para os cinco materiais analisados.

Tabela 8: Comparação entre compras efetuadas e reposição proposta pelo algoritmo de Wagner-Whitin

Material	Agulhas		2 vias		Filtro		Equipo		Frasco	
Mês	C	WW	C	WW	C	WW	C	WW	C	WW
Abr	0	102	1040	512	2183	280	1055	280	1140	84
Mai	137	0	292	0	355	0	4	0	616	0
Jun	350	0	330	0	808	459	606	359	24	138
Jul	185	232	456	463	0	0	0	0	66	0
Ago	0	0	0	0	0	236	780	493	0	148
Set	0	129	23	257	502	257	241	256	3	0
Out	180	128	732	256	0	256	1873	0	0	77
Total	852	591	2873	1488	3848	1488	4559	1488	1849	447
%	-30,63		-48,21		-61,33		-67,36		-75,82	

Conforme pode ser visto nas Figuras 1–5, há uma diferença significativa entre a quantidade de materiais comprados para o centro cirúrgico (série Compras) e a quantidade de material demandado para os itens analisados (série Wagner-Whitin). De fato, o método aplicado neste trabalho acarreta na redução da quantidade encomendada sem prejuízo ao atendimento da demanda de cada item. Desta forma, verifica-se uma redução no custo total de aquisição e manutenção do estoque dos itens em questão, quando comparado ao modelo de compras atual no hospital. Em suma, a metodologia proposta pode auxiliar hospitais na gestão eficaz e eficiente de seus estoques de materiais, o que potencialmente diminuiria ou até mesmo eliminaria a necessidade da realização de trocas de suprimentos entre hospitais da rede pública.

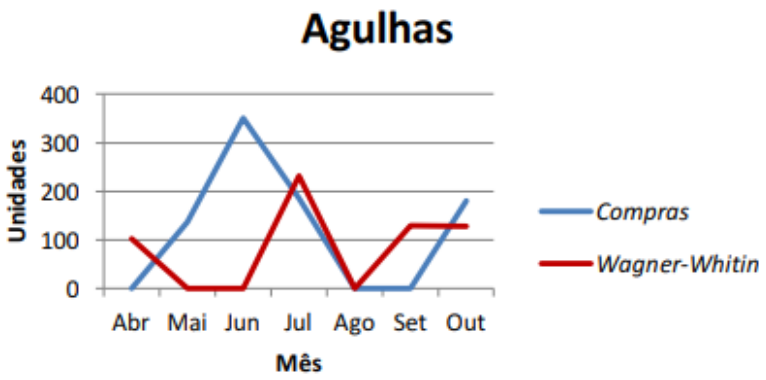

Figura 1: Lote comprado e lote econômico de compra ao longo do horizonte de análise para agulhas descartáveis para raqui-anestesia 25G/3,5cm

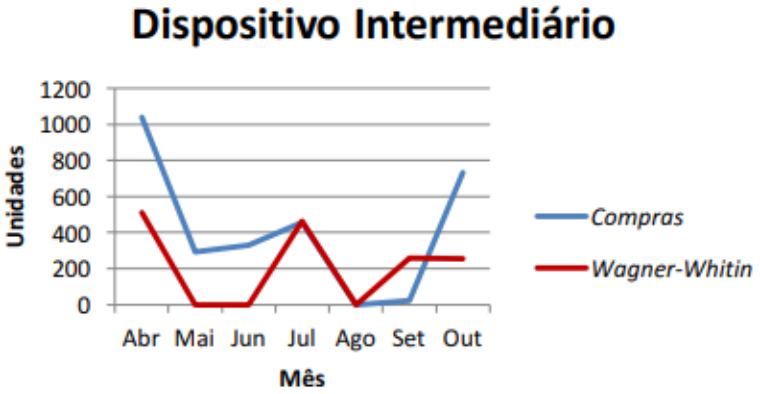

Figura 2: Lote comprado e lote econômico de compra ao longo do horizonte de análise para dispositivo intermediário 2 vias

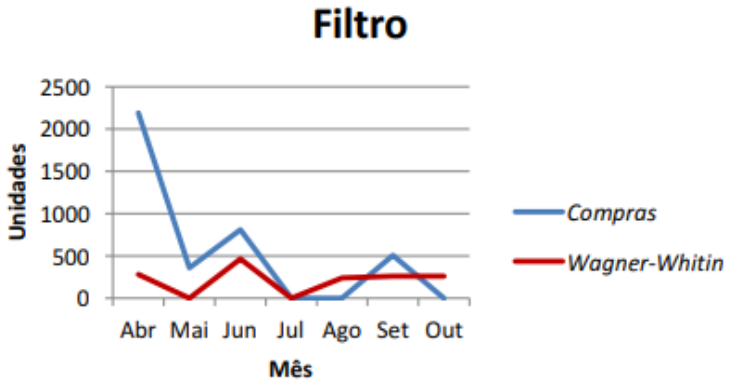

Figura 3: Lote comprado e lote econômico de compra ao longo do horizonte de análise para filtro bacteriano e viral para respirador adulto

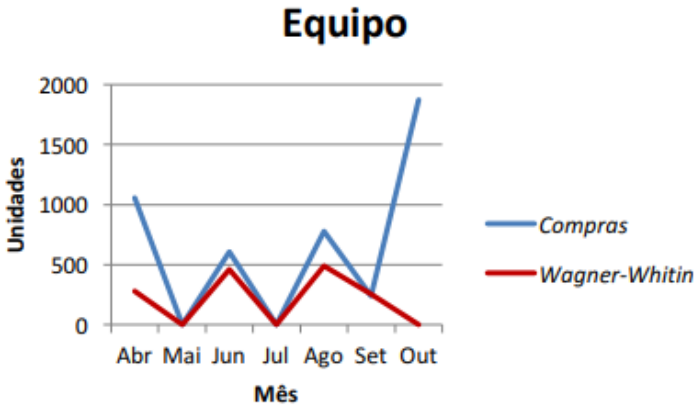

Figura 4: Lote comprado e lote econômico de compra ao longo do horizonte de análise para equipo, soro macrogostas injetor lateral 1,2m

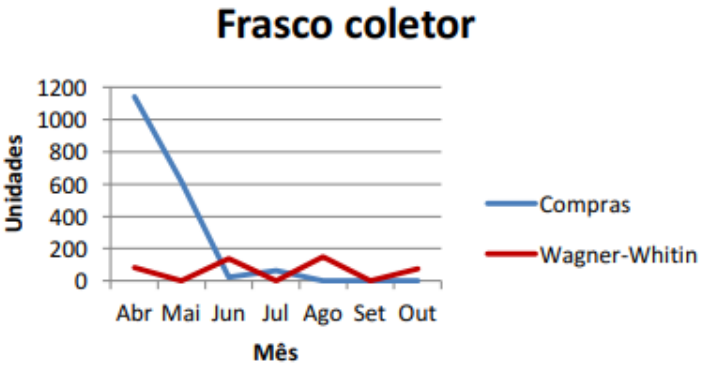

Figura 5: Lote comprado e lote econômico de compra ao longo do horizonte de análise para frasco coletor de aspiração nasodren 1000 ml

6. Conclusão

Neste trabalho, o algoritmo de Wagner-Whitin foi aplicado para o planejamento da reposição de materiais cirúrgicos levando-se em consideração a variabilidade da demanda. Em um primeiro momento, foi feita a seleção dos itens a serem estudados com base nos resultados da classificação ABC e VED, tendo sido analisados apenas itens tipo AV que apresentavam histórico de dispensação por paciente, a saber os itens: agulhas descartáveis para raqui-anestesia 25G/3,5cm; dispositivo intermediário duas vias; filtro bacteriano e viral para respirador adulto; equipo, soro macrogostas injetor lateral 1,2m; frasco coletor de aspiração nasodren 1000 ml.

Dados reais do centro cirúrgico de um hospital público brasileiro foram utilizados para ilustrar a aplicabilidade da metodologia. Verificou-se que o modelo de compras atual do hospital frequentemente acarretava na aquisição de quantidades muito superiores à demanda no período para determinados itens. Por outro lado, havia itens cuja reposição não era efetuada de maneira efetiva através do modelo de compras, sendo comum, portanto, a realização de trocas de materiais e medicamentos entre unidades de saúde pertencentes à rede pública de saúde.

Custos associados ao modelo de compra atual do hospital foram comparados com custos totais oriundos da abordagem proposta considerando-se cinco itens de maior valor monetário e criticidade para a realização de procedimentos cirúrgicos. Planos de reposição gerados através de programação dinâmica resultaram em reduções de 30-75% no custo total em relação ao modelo de compra atual do hospital.

Destarte, sugere-se como pesquisa futura a aplicação do método para demais itens AV presentes em cada seção do hospital, a associação da metodologia proposta a técnicas de previsão de demanda para auxiliar em compras futuras, bem como a comparação do algoritmo de Wagner-Whitin com outras metodologias propostas na literatura para os itens analisados neste trabalho.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Referências

Beier, F. J. (1995). The management of the supply chain for hospital pharmacies: a focus on inventory management practices. Journal of Business Logistics, 16(2), 153.

Bijvank, M., e Vis, I. F. (2012). Inventory control for point-of-use locations in hospitals. Journal of the Operational Research Society, 63(4), 497-510.

Callender, C., e Grasman, S. E. (2010). Barriers and best practices for material management in the healthcare sector. Engineering Management Journal, 22(4), 11-19.

Dellaert, N., e van de Poel, E. (1996). Global inventory control in an academic hospital. International Journal of Production Economics, 46, 277-284.

Gupta, R. K. G. R., Gupta, K. K., Jain, B. R., e Garg, R. K. (2007). ABC and VED analysis in medical stores inventory control. Medical Journal Armed Forces India, 63(4), 325-327.

Iannone, R., Lambiase, A., Miranda, S., Riemma, S., e Sarno, D. (2013). Modelling hospital materials management processes. International Journal of Engineering Business Management, 5(Godište 2013), 5-15.

Jebbor, S., El Afia, A., Chiheb, R., e Ouzayd, F. (2016, October). Comparative analysis of drug supply and inventory management methods literature review. In 2016 4th IEEE International Colloquium on Information Science and Technology (CiSt), (pp. 13-18). IEEE.

Moons, K., Waeyenbergh, G., e Pintelon, L. (2019). Measuring the logistics performance of internal hospital supply chains–a literature study. Omega, 82, 205-217.

Niu, Q.; Peng, Q.; Y. ElMekkawy, T. (2013). Improvement in the operating room efficiency using Tabu search in simulation. Business Process Management Journal, 19(5), 799-818.

Paschoal, M. L. H., e Castilho, V. (2010). Use of medical supplies in surgical center after implementation of and automated management system. Revista brasileira de enfermagem, 63(6), 887-893.

Pokhariya, U., e Mathur, P. (2018). Review on: Inventory management. Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences, 5(4), 3124-3131.

Rachmania, I. N., e Basri, M. H. (2013). Pharmaceutical inventory management issues in hospital supply chains. Management, 3(1), 1-5.

Rossetti, M. D., Marek, D., Prabhu, S., Bhonsle, A., Sharp, S., e Liu, Y. (2008). Inventory management issues in health care supply chains. University of Arkansas, 1-33.

Singha, K., Buddhakulsomsiri, J., & Parthanadee, P. (2017). Mathematical Model of Inventory Policy under Limited Storage Space for Continuous and Periodic Review Policies with Backlog and Lost Sales. *Mathematical Problems in Engineering*, *2017*.

Volland, J., Fügener, A., Schoenfelder, J., e Brunner, J. O. (2017). Material logistics in hospitals: a literature review. Omega, 69, 82-101.

Wagner, H. M., e Whitin, T. M. (1958). Dynamic version of the economic lot size model. Management science, 5(1), 89-96.