

ANÁLISE DO PROCESSO DE INTEGRAÇÃO DA PRODUÇÃO NO SISTEMA ERP ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DA TEORIA DAS FILAS¹

Douglas Roberto da Silva²

Mara Lúcia Grando³

Helton Roger Sossanovicz⁴

RESUMO

Este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa realizada através do método hipotético-dedutivo de cunho exploratório com objetivo de buscar alternativas que pudessem otimizar o processo de integração de estoque no sistema *ERP* em uma empresa agroindustrial do oeste catarinense. Foi realizado a análise do processo atual através de coleta de dados e observação *in loco* e pesquisa bibliográfica sobre a teoria das filas com intuito de buscar conceitos e ferramentas que pudessem otimizar o processo atual. Como resultado obteve-se uma redução de 50% no quadro de funcionários através da alteração de *layout*.

Palavras-chave: Estoque. Ocupação. Gestão de estoques.

1 INTRODUÇÃO

Presentes no nosso cotidiano as filas já são de conhecimento de todos, independentemente da idade ou da região do globo que habitam todos em algum determinado momento já se estiveram presentes em uma fila, no supermercado, no banco, no pedágio e até mesmo o bebê na barriga da mãe já precisou esperar sua vez para nascer (BORGES *et al*, 2010, PRADO, 2017).

Porém além das situações do cotidiano as filas também estão presentes no meio produtivo como uma peça esperando para ser processada em determinado maquinário, um caminhão esperando sua vez de carregar algum produto e também algo mais abstrato como ordens de produções no sistema aguardando o momento de produzir (FIGUEIREDO; ROCHA, 2010, PRADO, 2017).

A empresa do presente estudo vem encontrando alguns problemas no setor de Planejamento e Controle da Produção (PCP) devido a erros cometidos no processo de integração da produção ao sistema *Enterprise Resource Plannig* (ERP), uma das possíveis causas desses erros é a demanda de produtos para integrar ao sistema maior do que a capacidade do atendimento realizada pelo operador.

¹ Trabalho da matéria de Pesquisa Operacional II

² UCEFF Faculdades. Acadêmico do Curso de Engenharia de Produção. E-mail: douglas_dcltdsc@hotmail.com.

³ Docente da UFFS. E-mail: mara.grando@uffs.edu.br.

⁴ Docente da UCEFF. E-mail: heltonsozza@hotmail.com.

Para realizar a investigação da hipótese levantada utilizou-se da teoria das filas que busca através de cálculos matemáticos analisar sistemas onde existe um “congestionamento de sistemas”, ou seja, as filas, esses cálculos resultam em indicadores de desempenho do processo que podem ser utilizados como base para tomadas de decisões como contratações de novos colaboradores ou aquisição de um maquinário (ABDALA, 2019).

Através da utilização da ferramenta de análise o estudo tem como principal objetivo analisar o processo de integração da produção no sistema ERP através da aplicação da teoria das filas, para que esse objetivo fosse alcançado foram traçados alguns objetivos específicos como: (i) identificar a taxa de ocupação do sistema; (ii) identificar a taxa de ociosidade do sistema; (iii) identificar a quantidade de clientes na fila.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 TEORIA DAS FILAS

A teoria das filas se trata de um setor da Pesquisa Operacional que através da aplicação de modelos matemáticos analisa processos onde existem elementos a serem atendidos (demanda) e canais de atendimento (oferta), quando em um sistema a demanda se mostra maior que a oferta, ou seja, quando a procura por determinado produto ou serviço é maior que a capacidade do sistema de atender essa necessidade, são geradas as filas (ARENALES *et al*, 2007; BORGES *et al*, 2010; FIGUEIREDO; ROCHA, 2010; SOARES, 2016).

Apesar das filas serem bastante relacionadas a uma deficiência do sistema sua ausência não necessariamente indica a eficiência do processo, pelo contrário, um sistema onde não existe filas é economicamente inviável por conta dos custos com os canais de atendimento, dessa forma o objetivo é encontrar um ponto de equilíbrio que obedeça a relação de custo-benefício buscando satisfazer o cliente e que seja economicamente viável ao prestador de serviços (ARENALES *et al*; COSTA, 2009; BORGES *et al*, 2010; MOREIRA, 2010).

2.2 CARACTERÍSTICAS DOS PROCESSOS DE FILAS

Na caracterização de um sistema de filas é possível destacar alguns componentes, na maioria dos casos esses componentes se tratam de seis características básicas: (i) padrão de chegada dos clientes, (ii) padrão de serviço dos servidores, (iii) disciplina de filas, (iv)

capacidade do sistema, (v) número de canais de serviço e (vi) número de estágio de serviços (COSTA, 2009; BORGES *et al*, 2010).

As primeiras duas características estão diretamente ligadas a análise de oferta e demanda do sistema, na característica (i) padrão de chegada dos clientes é realizado a análise da oferta, a medição é realizada através de um número médio de chegada em um determinado período tempo (λ – taxa média de chegada) ou pelo IC que se trata do intervalo de tempo médio entre as chegadas. Na característica (ii) padrão de serviço dos servidores o que se analisado é a demanda, análise realizada através a taxa de serviço (μ – quantidades de atendimentos em um determinado período de tempo) ou pelo TA, tempo necessário para atender um cliente (ARENALES *et al*, 2007; COSTA, 2009; BORGES *et al*, 2010; FIGUEIREDO; ROCHA, 2010).

A terceira característica (iii) disciplina de filas, está voltada a forma com que o sistema irá operar após a fila estiver formada. A forma mais comum é o FIFO (*First in, First out*), onde o atendimento é realizado pela ordem de chegada onde o primeiro elemento que chega a fila é o primeiro a ser atendido, existe também o LIFO (*Last in, First out*), onde o último que chega é o primeiro a ser atendido, o PRI (*Priority servisse*), onde os elementos são atendidos de acordo com sua prioridade e o SIRO (*Service in randon order*), onde os elementos são atendidos de forma aleatório independente da ordem de chegada (COSTA, 2009; BORGES; *et al*, 2010; FIGUEIREDO; ROCHA, 2010; MOREIRA, 2010).

Já as três últimas características estão relacionadas a capacidade do sistema. A quarta característica (iv) capacidade do sistema se trata do número máximo de clientes no sistema estando em atendimento ou na fila de espera, esse número pode ser finito ou infinito, a quinta característica (v) número de canais de serviço está relacionada a quantidade de servidores que prestam serviço em paralelo, podendo ser canal único ou múltiplo, e os canais múltiplos podem conter filas individuais para cada canal ou todos partilharem da mesma fila. E a última característica (vi) número de estágio de serviços, está relacionada a quantidades de estágios que o atendimento possui onde pode ser único, onde um único estágio realize todo o atendimento necessário ou onde o atendimento é dividido em vários estágios fracionando o atendimento do cliente (COSTA, 2009; BORGES *et al*, 2010; FIGUEIREDO; ROCHA, 2010; MOREIRA, 2010).

2.3 MODELOS DE FILAS

De um modo geral o modelo de filas pode ser descrito pela Notação de Kendall, nomeado em homenagem a seu criador David Kendall, essa notação é descrita da seguinte maneira: $A/B/c/K/m/Z$, onde (A) indica o tipo de distribuição de probabilidade dos intervalos entre chegadas, (B) indica o tipo de distribuição de probabilidade do tempo de serviço, (c) é a capacidade de atendimento ou quantidade de atendentes, (K) é a capacidade máxima do sistema, (m) é o tamanho da população da qual vem clientes e (Z) é a disciplina de atendimento da fila. A Figura 1 apresenta alguns símbolos padrões para essas características (ARENALES *et al*, 2007; BASTOS *et al*, 2015; FERREIRA, 2017; LEAL NETO, 2020).

Figura 1 – Simbologia das características da Notação de Kendall.

Característica	Símbolo	Descrição
(A) Distribuição de tempo entre chegadas	M	Lei de Poisson (exponencial)
	D	Determinístico
	E_k	Erlang com parâmetro k
	H_k	Hiperexponencial com parâmetro k
(B) Distribuição de tempo de serviço	M	Lei de Poisson (exponencial)
	D	Determinístico
	E_k	Erlang com parâmetro k
	H_k	Hiperexponencial com parâmetro k
(c) Número de canais de serviço	1,2,..., infinito	
(K) Capacidade do sistema	1,2,..., infinito	
(m) Tamanho da população	1,2,..., infinito	
(Z) Disciplina da fila	FIFO	Primeiro que chega, primeiro a ser atendido
	LIFO	Último que chega, primeiro a ser atendido
	PRI	Atendimento por prioridade
	SIRO	tendimento de forma aleatória

Fonte: Adaptado de Ferreira (2015, p. 17).

A Notação de Kendall traz de forma resumida a natureza física do sistema e seus processos e também da disciplina adotada, com isso é possível definir alguns modelos de sistema de filas de acordo com as características observadas, em cada modelo existe uma modelagem matemática específica para cada indicador de desempenho sendo de extrema importância no primeiro momento identificar qual o modelo do sistema a ser estudado (COSTA, 2009; FERREIRA, 2017; LEAL NETO, 2020).

2.4 MEDIDAS DE DESEMPENHO

As medidas de desempenho são indicadores utilizados para analisar o comportamento de um sistema para identificar o equilíbrio da oferta e demanda, normalmente esses indicadores estão divididos em três grupos: (i) tempo de espera do cliente na fila e no atendimento, (ii) quantidade de clientes na fila e no atendimento e (iii) percentual de utilização de ociosidade dos servidores (atendimento) (ARENALES *et al*, 2007; BORGES *et al*, 2010).

No grupo (i) os indicadores são: tempo médio que o cliente gasta na fila (TF) e o tempo médio que o cliente gasta no sistema (TS), já grupo (ii) os indicadores são: número médio de clientes na fila (NF) e o número médio de clientes no sistema (NS) e no grupo (iii) os indicadores são: taxa de utilização (ρ) e o índice de ociosidade do sistema (P_0), a Figura 2 apresenta uma relação dos indicadores com o sistema (COSTA, 2009; BORGES *et al*, 2010).

Figura 2 – Medidas de desempenho.

Sistema	TS	Tempo médio que o cliente gasta no sistema
	NS	Número médio de clientes no sistema
Fila	TF	Tempo médio que o cliente gasta na fila
	NF	Número médio de clientes na fila
Utilização	P_0	Índice de ociosidade do sistema
	ρ	Taxa de utilização

Fonte: Adaptado de Borges *et al* (2010, p. 7).

Através das formas de medição apresentadas na Tabela 2 é possível identificar a situação do sistema atual de modo a ser possível ter uma base de dados confiáveis para tomadas de decisões em relação ao sistema, sendo possível otimizar o processo ou até mesmo realizar uma projeção do cenário perfeito em relação ao custo-benefício, onde o cliente fica satisfeito e seja economicamente viável para o prestador de serviços (ARENALES *et al*, 2007; COSTA, 2009; BORGES *et al*, 2010).

3 METODOLOGIA

A pesquisa pode ser classificada como uma atividade que visa a investigação de problemas através da aplicação de métodos científicos, constituída por três elementos,

problema, método científico e resultado busca através de análises resolver ou minimizar um problema teórico ou prático (CERVO, 2007).

O presente estudo foi realizado em uma agroindústria localizada no oeste de Santa Catarina no período de setembro a dezembro de 2021, com o objetivo analisar o processo atual do setor responsável pela integração do estoque ao sistema *ERP* e através da utilização dos cálculos da teoria das filas afim de propor algumas melhorias que pudessem agregar valor ao processo. O método de pesquisa empregado foi o hipotético-dedutivo onde em um primeiro momento é realizado a formulação do problema em termos genéricos e a partir disso é utilizado um método científico para realizar uma observação mais profunda para delinear com maior precisão o problema a ser estudado (NEVADO, 2008).

O nivelamento da pesquisa foi de cunho exploratório, uma vez que o principal objetivo foi buscar através da coleta de dados do processo produtivo encontrar soluções que pudessem trazer alguma melhoria para o processo em questão, de forma a familiarizar o problema e resolve-lo ou minimiza-lo.

Foram realizadas pesquisas bibliográficas em livros, artigos e sites, de autores conceituados, criando um embasamento teórico sobre os assuntos ligados a teoria das filas, desta forma foi possível através da utilização do estudo de caso aproximar a teoria da prática. O estudo de caso da oportunidade para que o problema seja estudado com profundidade em um determinado período de tempo sendo de grande utilidade em pesquisas exploratórias (VENTURA, 2007).

Para a realização da avaliação dos dados obtidos utilizou-se dos métodos qualitativos e quantitativos, ou seja, através da coleta de dados realizada no processo estudado pode-se obter alguns dados referentes a situação atual e com base nesses dados obtidos utilizou-se de uma avaliação qualitativa no momento de propor uma melhoria no processo através das especificações e interesses da empresa.

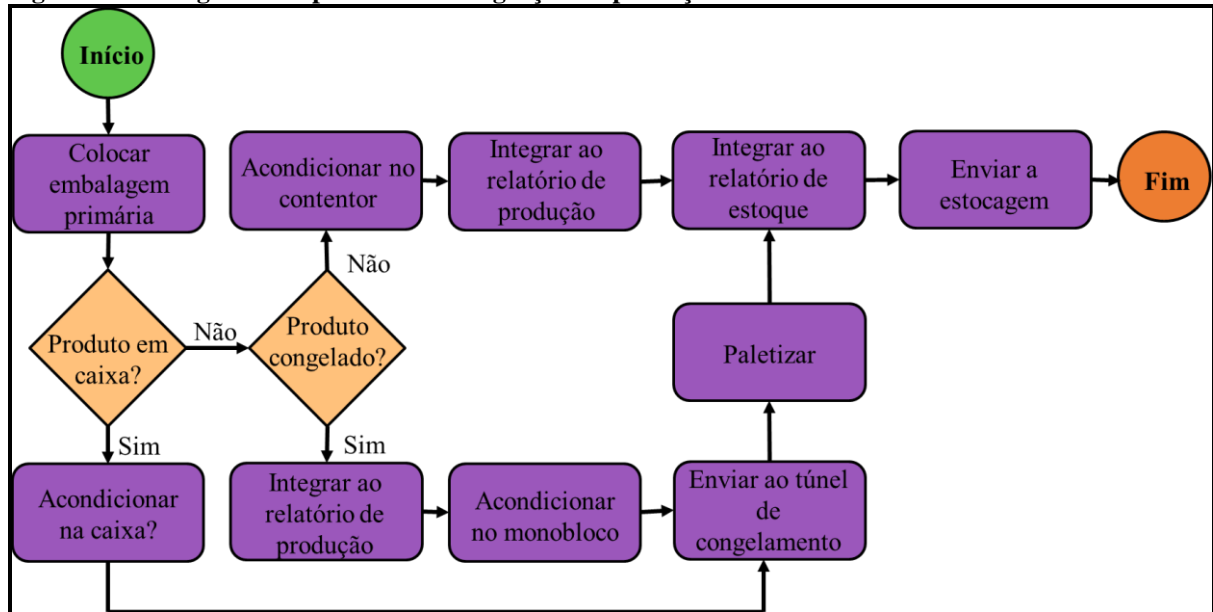
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

4.1 ANÁLISE DO PROCESSO

A empresa trabalha com dois processos de fabricação, o de produtos resfriados, que após o processamento na sala de cortes, são armazenados e estão prontos para a expedição e congelados que após seu processamento passam por um processo de congelamento,

prolongando a vida útil do produto. Para que seja possível realizar o controle e planejamento da produção todo o volume produzido é integrado a um sistema ERP em formato de relatório de produção e estoque. Através da Figura 3 é possível observar o fluxograma do processo.

Figura 3 – Fluxograma do processo de integração da produção.



Fonte: Elaborado pelo autor, (2021).

A integração ao estoque se dá em diferentes etapas do processo de acordo com o tipo de produto (resfriado ou congelado), os produtos congelados são integrados ao estoque logo após o seu processamento na sala de cortes e embalagem, esse produto é acondicionado em contentores com capacidades de 500kg a 1200kg dependendo do tipo de corte. Para integrar a produção dos cortes resfriados ao sistema a empresa utiliza uma balança de piso onde são colocados os contentores, as taras são descontadas e assim o volume é lançado no relatório de produção e automaticamente no estoque do sistema gerando uma etiqueta pallet onde contém as informações do produto que está no contentor.

Os produtos resfriados em sua totalidade são vendidos como matéria prima para diversos processos já os congelados além de serem vendidos como matéria prima também são vendidos como produto final, essas duas formas de venda demandam também acondicionamentos distintos do produto.

O produto congelado destinado como matéria prima é acondicionado em pacotes de polietileno de até 25kg apontado automaticamente ao relatório de produção e encaminhado ao túnel de congelamento, já o produto destinado ao produto final utiliza de uma embalagem secundária, além do pacote de polietileno o produto é acondicionado em caixinhas de papelão,

o produto é apontado no relatório de produção caixa a caixa em balanças pequenas onde é gerado uma etiqueta com um código de barras com as informações do produto presente na caixa, após as caixas também são enviadas ao túnel de congelamento.

Nesta etapa do apontamento dos produtos congelados no relatório de produção os produtos não são integrados ao estoque, essa integração se dá apenas após o produto sair do túnel de congelamento, no setor da paletização. Neste setor o produto que foi congelado em pacotes e caixas de no máximo 25kg são empilhados em um pallet de madeira e estrechados para então serem integrados ao estoque e estarem disponíveis a expedição.

A forma de apontamento também se distingue de acordo com o tipo de produto, o produto que será expedido como matéria prima após ser paletizado é apontado da mesma maneira que o produto resfriado, em um balança de piso gerando a etiqueta pallet, já para realizar o apontamento que serão expedidos prontos para o cliente final se utiliza de um leitor de códigos de barras, chamado de coletor, onde é lida as informações geradas na etapa de apontamento no relatório de produção, assim são lidas todas as etiquetas das caixas presentes nos pallets e é gerado então a etiqueta pallet no mesmo computador que são apontados os itens em pacotes.

4.2 DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL

A Tabela 1 apresenta o quadro de funcionários dos colaboradores do planejamento e controle de produção (PCP) que atuam nos setores da embalagem secundária (apontamento dos produtos resfriados) e paletização (apontamento dos produtos congelados).

Tabela 1 – Quadro de funcionários do PCP por turno.

Setor	Quantidade de funcionários
Embalagem secundária	1
Paletização	3

Fonte: Elaborado pelo autor, (2021).

Atualmente a empresa trabalha com dois turnos e em cada turno os postos de apontamento são compostos por duas pessoas fixas no apontamento de congelados tendo uma pessoa a mais nos momentos de mais demanda do apontamento e no apontamento dos itens resfriados uma pessoa fixa e mais uma para fazer os intervalos das pausas que é também um dos colaboradores do apontamento de congelados, assim totalizando 4 colaboradores entre os dois setores por turno.

4.2.1 Coleta de dados

Para que fosse possível realizar uma análise mais detalhada do processo se fez necessário coletar alguns dados sobre o processo de apontamento dos produtos. Foram coletadas informações sobre a quantidade de pallets que eram apontados em diferentes momentos do dia e também o tempo de atendimento demandado pelo colaborador a fim de identificar uma quantidade média de atendimentos e um tempo médio atendimento.

4.2.2 Análise geral do processo de apontamento dos itens congelados

Em um primeiro momento foi realizado a coleta no setor da paletização, setor onde vem ocorrendo alguns erros provenientes do apontamento incorreto dos itens. A Tabela 2 apresenta os dados provenientes desta primeira coleta.

Tabela 2 – Dados coletados do setor da paletização.

Acondicionamento do produto	Caixa	Pacote	Geral
Quantidade média/hora	7,6	8,1	15,71
Tempo de atendimento médio (h)	00:04:05	00:01:27	00:02:17

Fonte: Elaborado pelo autor, (2021).

Foi possível identificar que em média o setor recebe 7,6 pallets por hora de produtos acondicionados em caixas que são apontados através da leitura do código de barras e 8,1 pallets por hora de produtos acondicionados em pacotes que são apontados na balança de piso. Também foi possível ver o tempo necessário para realizar o apontamento do pallet de cada tipo de acondicionamento, 4 minutos e 5 segundos para os produtos acondicionados em caixas e 1 minuto e 27 segundos para produtos acondicionados em pacotes.

Com essa coleta foi possível definir as duas informações necessárias para realizar os cálculos da teoria das filas, o Lambda (λ) e o Mu (μ), a Tabela 3 apresenta os valores encontrados.

Tabela 3 – Lambda e Mu do processo da paletização.

	Caixa (Pallets/hora)	Pacote (Pallets/hora)	Geral (Pallets/hora)
Lambda (λ)	7,6	8,1	15,71
Mu (μ)	14,72	41,17	26,33

Fonte: Elaborado pelo autor, (2021).

Com isso foi possível definir o Lambda e Mu para o processo de apontamento dos pallets dos produtos acondicionados em pacote, dos pallets dos produtos acondicionados em caixa e também do geral, levando em consideração as duas atividades.

4.2.3 Análise do processo individual de apontamento da paletização

Com o Lamba e o Mu definidos utilizou-se dos cálculos do modelo M/M/I da Teoria das Filas para encontrar alguns indicadores sobre o processo de apontamento dos itens congelados. Os dois colaboradores fixos da paletização trabalham tanto com a balança de piso, apontando os pallets de pacotes, quanto com o coletor, apontando os pallets de caixas, porém normalmente eles trabalham de forma individual, um apenas com o coletor e outro na balança de piso. Assim primeiramente foi realizado a análise de cada colaborador em sua função. A Tabela 4 apresenta os dados obtidos.

Tabela 4 – Indicadores do setor da paletização.

Indicador	Sigla	Caixa	Pacote
Taxa de utilização	ρ	51,63%	19,67%
Índice de ociosidade do sistema	Po	48,37%	80,33%
Número médio de clientes no sistema	NS	1,05 pallet	0,24 pallet
Número médio de clientes na fila	NF	0,55 pallet	0,04 pallet
Tempo médio que o cliente gasta na fila	TF	4,35 minutos	21 segundos
Tempo médio que o cliente gasta no sistema	TS	8,42 minutos	1,8 minuto

Fonte: Elaborado pelo autor, (2021).

Através da primeira análise foi possível identificar que ambos os colaboradores passam grande parte do tempo ociosos, 48,37% para pallets de caixas, 80,33% para pallets de pacotes e com uma fila de espera quase que inexistente em ambos os processos.

Ao realizar a coleta de dados *in loco* para a primeira análise observou-se que em dois momentos específicos, no final de ambos os turnos, a chegada de pallets de itens acondicionados em pacotes aumentava consideravelmente, isso se dá por que nesse momento todos os pallets que estão incompletos são trazidos, apontados e estocados para que sejam completados no próximo dia de produção.

Assim foi realizado uma nova análise do apontamento dos pallets de pacotes pela balança de piso considerando apenas o horário de final de turno. A nova coleta resultou em uma média de 21,83 pallets por hora (Lambda), o Mu utilizado foi o mesmo encontrado

anteriormente de 41,17 atendimentos por hora, os resultados podem ser observados na Tabela 5.

Tabela 5 – Indicadores do apontamento de pacotes em horário de pico.

Indicador	Sigla	Resultado
Taxa de utilização	ρ	53,02%
Índice de ociosidade do sistema	Po	46,98%
Número médio de clientes no sistema	NS	1,12 pallet
Número médio de clientes na fila	NF	0,59 pallet
Tempo médio que o cliente gasta na fila	TF	1,6 minuto
Tempo médio que o cliente gasta no sistema	TS	3,1 minutos

Fonte: Elaborado pelo autor, (2021).

Mesmo no horário onde existe maior demanda do apontamento de pallets dos produtos acondicionados em pacotes a taxa de ociosidade do colaborador se mantém alta 46,98%, não tendo nem um pallet esperando na fila para ser atendido e um tempo médio gasto pelo cliente no sistema de 3,1 minutos.

4.3 PROPOSTA DE MELHORIA

Com base na situação atual foi possível identificar que o processo dado como sobrecarregado na verdade estava ocioso, com o cenário da situação atual definido foi possível buscar propostas de melhorias que pudessem agregar valor ao processo.

4.3.1 Análise do processo realizado por apenas um colaborador

Através dos cálculos foi realizado uma nova análise considerando apenas um colaborador para executar as duas atividades, apontamento com o coletor e com a balança de piso, para isso foi utilizado a média de chegada de pallets de ambos os tipos de acondicionamento por hora como Lambda, (15,71), e a capacidade média de atendimentos por hora como Mu (26,33 pallets por hora). Também foi realizado a análise dos mesmos indicadores considerando o horário de pico do final dos turnos, sendo considerado o Lambda como 25,16 pallets por hora. A Tabela 6 apresenta os resultados desta análise.

Tabela 6 – Indicadores do processo realizado por apenas um colaborador.

Indicador	Sigla	Horário Normal	Horário de Pico
------------------	--------------	-----------------------	------------------------

Taxa de utilização	ρ	59,66%	95,56%
Índice de ociosidade do sistema	Po	40,34%	4,44%
Número médio de clientes no sistema	NS	1,47 clientes	21,54 pallets
Número médio de clientes na fila	NF	0,88 clientes	20,54 pallets
Tempo médio que o cliente gasta na fila	TF	3,3 minutos	49 minutos
Tempo médio que o cliente gasta no sistema	TS	5,6 minutos	51,28 minutos

Fonte: Elaborado pelo autor, (2021).

Através da tabela foi possível observar que se considerarmos apenas um colaborador no setor, executando o apontamento pelo coletor (código de barras) e na balança de piso, no horário normal o colaborador ficaria grande parte do tempo ocioso, tendo uma taxa de ociosidade de 40,34% quase que não tendo clientes na fila (0,88 pallet). Porém com a demanda de pallets de pacote aumentando no final do turno, o colaborador deixa de ficar ocioso e passa a ficar 95,56% do tempo ocupado deixando uma enorme fila de 20,54 pallets para apontar, desta forma o tempo que um pallet espera na fila passa a ser de 49 minutos e o tempo gasto no sistema passa a ser de 51,28 minutos.

Assim pode-se observar que utilizar apenas um colaborador para executar ambas as atividades não seria uma estratégia eficiente, pois na normalidade do processo o colaborador fica grande parte do tempo ocioso e ao final de cada turno ele se torna sobrecarregado podendo assim agravar ainda mais os problemas que vem ocorrendo no setor.

4.3.2 Análise do processo realizado por dois colaboradores em conjunto

Como apenas um colaborador fica sobrecarregado ao final do turno, uma nova análise foi realizada com o intuito de validar a utilização de mais um colaborador e um terminal para o apontamento no horário de pico através dos cálculos do modelo M/M/s da teoria das filas.

A Tabela 7 apresenta os resultados obtidos através da análise realizada utilizando as informações coletadas referente ao final dos turnos, Lambda de 25,16 pallets por hora e o Mu de 26,33 pallets por hora.

Tabela 7 – Indicadores do processo realizado por dois colaboradores em conjunto.

Indicador	Sigla	Resultado
Taxa de utilização	ρ	47,77%
Índice de ociosidade do sistema	Po	52,23%
Número médio de clientes no sistema	L	0,97 pallet
Número médio de clientes na fila	Lq	0,01 pallet

Tempo médio que o cliente gasta na fila	Wq	2,77 segundos
Tempo médio que o cliente gasta no sistema	W	2,4 minutos

Fonte: Elaborado pelo autor, (2021).

Nesta análise apesar de sanar o problema do sobrecarregamento de um colaborador, cria um novo, a ociosidade de ambos os colaboradores, assim além de durante a normalidade do processo o sistema se manter ocioso no horário de pico essa ociosidade aumenta. Além de necessitar da implantação de um novo terminal que se manteria em sua maior parte do tempo inativo.

4.3.3 Utilização do terminal de resfriados em conjunto ao de congelados

Outro ponto observado através observação *in loco* para a coleta de dados foi o processo de apontamento dos resfriados na embalagem secundária que se mostrou visualmente muito rápido. Assim em um terceiro momento foi proposto um cenário onde um colaborador realizasse o apontamento dos produtos resfriados e também dos pallets de produtos congelados acondicionados em pacotes.

Para tal primeiramente foi necessário realizar a análise do processo atual do apontamento de resfriados, assim foram coletados os dados das quantidades de contentores que eram apontados e os tempos de atendimento de cada contentor. Através desta coleta de dados foi possível definir o μ , 120 contentores/hora, e o λ , 19,75 contentores/hora. O resultado dos indicadores é apresentado na Tabela 8.

Tabela 8 – Indicadores do processo de apontamento de resfriados.

Indicador	Sigla	Resultado
Taxa de utilização	ρ	16,45%
Índice de ociosidade do sistema	Po	83,55%
Número médio de clientes no sistema	NS	0,19 pallet
Número médio de clientes na fila	NF	0,03 pallet
Tempo médio que o cliente gasta na fila	TF	6 segundos
Tempo médio que o cliente gasta no sistema	TS	35 segundos

Fonte: Elaborado pelo autor, (2021).

Foi possível então confirmar o que havia sido observado no processo, o terminal de apontamento de resfriados possui uma taxa de ocupação muito baixa (16,45%), o que faz com que em grande parte do tempo o colaborador fique ocioso.

Com a análise do processo de apontamento dos resfriados e constatando a baixa taxa de ocupação do processo uma segunda análise foi realizada desta vez utilizando como Lambda e Mu a média entre o apontamento de resfriados e dos congelados em pacote no horário normal e de pico, assim o novo valor do o Mu ficou em 73,16 e o valor do Lambda ficou em 13,92 em horário normal e 22,45 em horário de pico. A Tabela 9 apresenta os dados nessta segunda análise.

Tabela 9 – Indicadores do processo de resfriados/ congelados em pacotes.

Indicador	Sigla	Horário normal	Horário de pico
Taxa de utilização	ρ	19,02%	30,68%
Índice de ociosidade do sistema	Po	80,98%	69,32%
Número médio de clientes no sistema	NS	0,23 pallet	0,44 pallet
Número médio de clientes na fila	NF	0,04 pallet	0,13 pallet
Tempo médio que o cliente gasta na fila	TF	11 segundos	21 segundos
Tempo médio que o cliente gasta no sistema	TS	1 minuto	1,1 minuto

Fonte: Elaborado pelo autor, (2021).

Assim foi possível identificar que mesmo nos finais dos turnos onde a uma demanda maior dos itens congelados em pacote, um colaborador poderia realizar as duas atividades. Assim seria necessário realizar uma alteração de layout de forma a deixar as duas balanças de piso uma ao lado da outra para que assim o colaborador pudesse utilizar as duas dependendo do produto a ser apontado.

Os produtos em caixas seriam realizados pelo outro colaborador através do coletor que usaria um dos computadores que o outro apontador não estiver usando para imprimir a etiqueta pallet, assim não atrapalhando o processo de apontamento. A Tabela 10 apresenta os dados do novo cenário do apontamento.

Tabela 10 – Indicadores do cenário proposto.

Indicador	Sigla	Caixa	Pacote/Resfriado Horário normal	Pacote/Resfriado Horário de pico
Taxa de utilização	ρ	51,63%	19,02%	30,68%
Índice de ociosidade do sistema	Po	48,37%	80,98%	69,32%
Número médio de clientes no sistema	NS	1,05 pallet	0,23 pallet	0,44 pallet
Número médio de clientes na fila	NF	0,55 pallet	0,04 pallet	0,13 pallet
Tempo médio que o cliente gasta na fila	TF	4,35 minutos	11 segundos	21 segundos

Tempo médio que o cliente gasta no sistema	TS	8,42 minutos	1 minuto	1,1 minuto
---	-----------	--------------	----------	------------

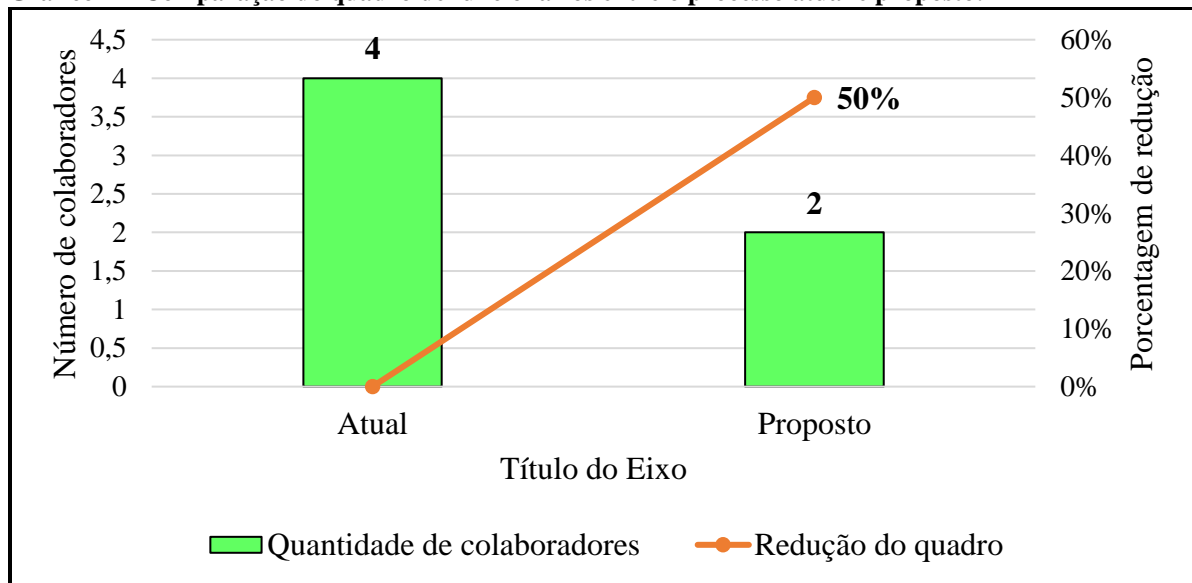
Fonte: Elaborado pelo autor, (2021).

Como a taxa de ocupação do apontamento das caixas não é tão alto este também ficaria responsável pelo apontamento dos resfriados/congelados em pacotes nos intervalos e o colaborador das balanças de piso em caso de um aumento na demanda de pallets com caixa poderia estar auxiliando já que mesmo no horário de pico sua taxa de ociosidade é bem alta.

4.4 Comparação entre situação atual x proposta

Com a análise do processo de apontamento através da Teoria das Filas, foi possível obter alguns resultados como o remanejamento do layout de forma a reduzir o quadro de funcionários sem sobrecarregar o processo de apontamento conforme o Gráfico 1.

Gráfico 1 – Comparação do quadro de funcionários entre o processo atual e proposto.



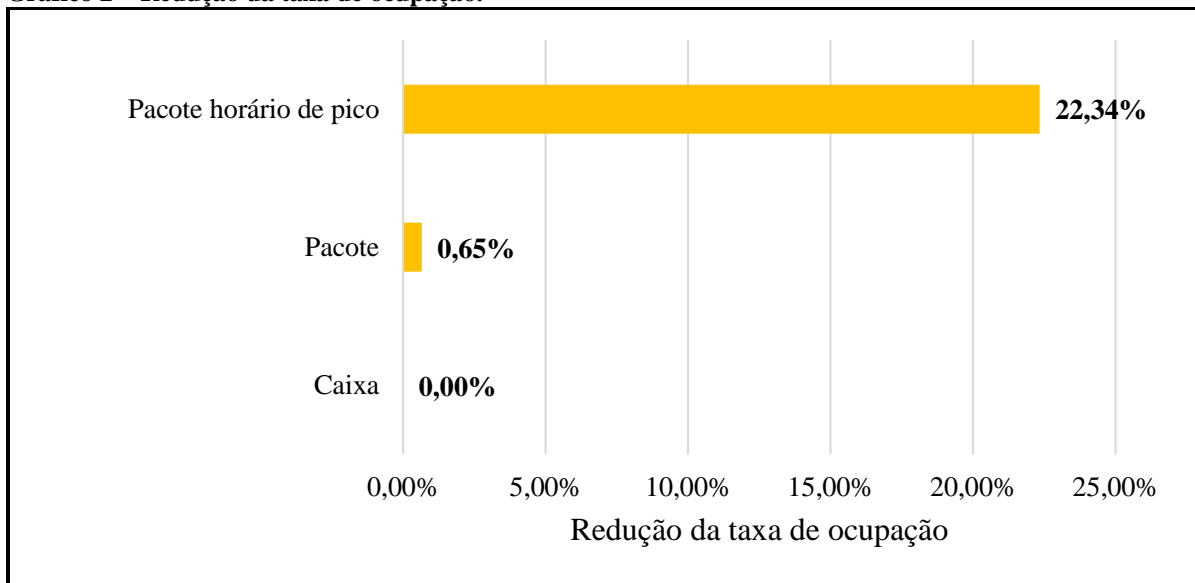
Fonte: Elaborado pelo autor, (2021).

Com a integração do apontamento de resfriados ao apontamento de pallets apontados na balança de piso da paletização foi possível reduzir 50% do quadro de funcionários do PCP entre os setores da embalagem secundária e paletização. Antes eram necessários dois colaboradores fixos na paletização e um no apontamento de resfriados, um para operar o coletor (caixa), um para a balança de piso (pacote) e um para a balança de piso dos resfriados. Neste

novo cenário as balanças de piso dos congelados e resfriados seriam operadas por uma única pessoa.

Antes era necessário que um colaborador da paletização fizesse os intervalos do colaborador dos resfriados, mas como o apontamento das caixas é realizado por um coletor existe a possibilidade de ele realizar os esses intervalos e em caso de sobrecarga dos pallets de caixas o colaborador que ficara responsável pelas balanças de piso poderá ajudar no apontamento das caixas já que sua taxa de ociosidade é grande. Desta forma tendo apenas dois operadores entre os dois setores. Houve também a redução na taxa de ocupação em algumas funções conforme o Gráfico 2.

Gráfico 2 – Redução da taxa de ocupação.



Fonte: Elaborado pelo autor, (2021).

Por não ter nenhuma alteração no apontamento dos pallets com produtos acondicionados em caixas, não houve nenhuma alteração nos indicadores deste processo, porém no apontamento dos produtos acondicionados em pacotes houve uma redução significativa de 19,67% para 19,02% no apontamento em horário normal, uma redução de 0,65% e em horário de pico de 53,02 para 30,68, uma redução de 22,34%.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo apresentou os resultados de uma pesquisa realizada através do método hipotético-dedutivo de cunho exploratório com o objetivo de buscar alternativas que pudessem

otimizar o processo de integração dos estoques no sistema ERP da empresa. Foram realizadas pesquisas bibliográficas sobre a teoria das filas e análise do processo atual através da coleta de dados e visitas *in loco*.

A empresa vinha sofrendo com alguns problemas de integração incorreta nos estoques, uma hipótese levantada foi o sobrecarregamento dos setores de apontamento. Deste modo a pesquisa teve como objetivo primário verificar qual era a situação atual do processo.

Após a análise realizada concluiu-se que os processos não estavam sobrecarregados e que pelo contrário, a taxa de ociosidade dos colaboradores estava alta. Dessa forma foram propostas algumas alternativas que pudessem diminuir essa ociosidade trazendo um nivelamento ao processo, através de tentativas e erros foi encontrado uma situação que apesar de não aumentar a taxa de ocupação das atividades se mostrou bastante satisfatório por reduzir consideravelmente o quando de funcionários.

Assim através da análise dos cálculos obtidos pelos dois dos modelos da teoria das filas, M/M/1 e M/M/s, foi possível propor uma mudança de layout que pudesse reduzir 50% do quadro de funcionários além de reduzir a taxa de ocupação dos funcionários de forma que tenham disponibilidade para realizar novas funções que possam agregar valor ao processo.

REFERÊNCIAS

ABDALA, Marcia Regina Werner Schneider. **A aplicação do conhecimento científico nas engenharias**. Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019.

ARENALES, M.; ARMENTANO, V.; MORABITO, R.; YANASSE, H. **Pesquisa Operacional**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

BASTOS, L. S. L; MARTINS, V. W. B.; MENDES, M. L; RODRIGUES, F. B. **Análise da incidência de filas em um serviço *drive-thru* de uma empresa de *fast-food***. Encontro interestadual de engenharia de produção, 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Leonardo-S-L-Bastos/publication/301324877_Analise_da_incendencia_de_filas_em_um_servico_drive-thru_de_uma_empresa_de_fast-food/links/5711c6e308aeff315b9f7ed0/Analise-da-incidencia-de-filas-em-um-servico-drive-thru-de-uma-empresa-de-fast-food.pdf> Acesso em 10 de setembro de 2021.

BORGES, R. M.; CAMELO, G. R.; COELHO, A. S.; SOUZA, R. M. Teoria das filas e da simulação aplicada ao embarque de minério de ferro e manganês no terminal marítimo de ponta da madeira. **Cadernos do IME-Série Estatística**, v. 29, n. 2, p. 1, 2010. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/cadest/article/view/15733/11904>>. Acesso em 07 de setembro de 2021.

CERVO, Luiz Armado. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

COSTA, Luciano Cajado. **Teoria das filas**. 2009. Disponível em:
<http://www.deinf.ufma.br/~mario/grad/filas/TeoriaFilas_Cajado.pdf> Acesso em 07 de setembro de 2021.

FERREIRA, Alisson de Amorim. **Simulação de sistemas de fila M/M/c**. Trabalho de conclusão de curso - Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, 2017. Disponível em:
<<http://www.univasf.edu.br/~brauliro.leal/tcc/AlissonAFerreira/AlissonAFerreira.pdf>> Acesso em 10 de setembro de 2021.

FIGUEIREDO, D.; ROCHA, S. H. Aplicação da teoria das filas na otimização do número de caixas: um estudo de caso. **Revista Iniciação Científica**, 2010. Disponível em:
<http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1348/1/IC_FIGUEIREDO%2c%20Danielle%20Durski_2010.pdf> Acesso em 07 de setembro de 2021.
LEAL NETO, José de Souza. **Pesquisa operacional** [recuso eletrônico]. Curitiba: Contentus, 2020.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Pesquisa Operacional: curso introdutório**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

NEVADO, Pedro Picaluga. **Popper e a investigação: a metodologia hipotética-dedutiva**. Universidade Técnica de Lisboa, 2008. Disponível em:
<<https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/2564/1/adwp72008.pdf>> Acesso em 06 de outubro de 2021.

PRADO, Darci. **Teoria das Filas e da Simulação**. 6. ed. Nova Lima: Falconi Editora, 2017.

SOARES, Matheus dos Santos. **Aplicação de um modelo de teoria das filas em um restaurante universitário: estudo do tempo de atendimento**. Trabalho de conclusão de curso - Universidade Federal da Grande Dourados, 2016. Disponível em:
<<https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/bitstream/prefix/3915/1/MatheusdosSantosSoares.pdf>> Acesso em 07 de setembro de 2021.

VENTURA, Magda Maria. **O estudo de caso como modalidade de pesquisa**. Revista SoCERJ, 2007. Disponível em:
<http://sociedades.cardiol.br/socerj/revista/2007_05/a2007_v20_n05_art10.pdf> Acesso em 06 de outubro de 2021.