

SIMULAÇÃO COMO PROCEDIMENTO DE APOIO E MELHORIAS NO PROCESSO DE ENVASE DE FERRO LIGAS

Cayo Eduardo da Silva Fernandes de Lima

cayoeduardo1997@hotmail.com

Robinson Crusóe da Cruz

robinsoncruz@uniaraxa.edu.br

Ricardo Moreira dos Santos Fonseca

ricardomoreira@uniaraxa.edu.br

felipe dos santos

felipe.santoss01@hotmail.com



Devido ao constante crescimento da demanda de mercado e a competitividade entre as organizações, os gestores são submetidos diversas tomadas de decisões de modo a encontrar o melhor cenário para alcançar a otimização do processo e claro sem perder a qualidade do produto, e existem métodos que auxiliam essas tomadas de decisão, qual seja, a simulação de processos. Neste trabalho objetivou-se utilizar a simulação de processos para identificar o melhor layout que acarretasse o aumento da capacidade produtiva, foi utilizado o software FlexSim® através da simulação por eventos discretos. A pesquisa se desenvolveu através do método qualitativo, intervencionista e quanto aos fins pesquisa-ação. O estudo apresentou resultados expressivos de acordo com as mudanças no layout, evidenciando o aumento de aproximadamente 95% na capacidade produtiva, ou seja, sai de uma produção inicial de 7769 latas/dia para uma produção de 15109 latas/dia, além de redução de filas de processamento e a inserção de mais duas linhas de produção no processo alinhadas a mais duas existentes que passarão a produzir linearmente ocasionando como resultado a minimização de paradas por diversos fatores de 50% para um tempo de 25% caso ocorra alguma parada ao longo do processo.

Palavras-chave: Simulação, Otimização e FlexSim

1. Introdução

Com o crescimento tecnológico e com o mercado intensamente concorrencial, as empresas buscam cada vez mais a diferenciação frente a seus concorrentes. Devido ao aumento da competitividade, as organizações acabam assumindo responsabilidades em elaborar soluções inovadoras com o intuito de permanecerem vivas no mercado (DE CARVALHO, 2003).

De acordo com Macedo (2012), sem produtividade ou sem a eficiência do processo produtivo, dificilmente uma empresa será bem-sucedida ou até mesmo terá perenidade no mercado, e para alcançar a otimização dos processos, em sua grande parte, os gestores são submetidos às tomadas de decisões.

Um dificultador existente na alta administração é tomar decisões e realizar a avaliação de alternativas, tomar decisões não é uma tarefa simples, especialmente quando não existem resultados previsíveis (MELLO, 2017).

Shannon (1975) afirma que a simulação não é apenas uma teoria, mas uma metodologia utilizada como o apoio nas resoluções de problemas. A simulação é cada vez mais procurada por empresas por se tratar de um método seguro e confiável, que segundo Mello (2017) a simulação de processos constitui em uma importante ferramenta que permite modelar diversos cenários onde se avalia e analisa os resultados para a otimização dos processos.

Soliman (1999) diz que o mapeamento de processos se caracteriza como uma técnica utilizada para detalhar processos, nesse viés o autor cita que a utilização do mapeamento do processo facilita de forma simples a definição de como e onde otimizar o processo. Gavira (2003) acrescenta que o objetivo do mapeamento é identificar as variáveis do processo e a relação entre elas.

Ao utilizar simulação, o esperado é que seja gerado situações favoráveis ou desfavoráveis que sirvam de apoio a tomada de decisões, com vistas a organização do sistema em análise (MORAIS *et. al.*, 2017).

De acordo as diversas possibilidades de otimização dos processos, este estudo buscou responder a seguinte pergunta: **de que forma a simulação de processos contribui para a melhoria no processo de envase automático de ferro-ligas?**

Como objetivo geral, apresentar melhorias no processo de envase automático de ferro-ligas através de simulação por eventos discretos com auxílio de ferramenta computacional.

São os objetivos específicos:

- a) Caracterizar simulação de processos.
- b) Evidenciar mapeamento de processos.

c) Apresentar resultados através de simulação na melhoria de processos produtivos.

Devido ao aumento de demanda produtiva de uma empresa produtora de ferro-ligas, notou-se a necessidade de realizar uma expansão no sistema de embalagem automática desse produto antes de realizar qualquer investimento. Foi realizada a modelagem e simulação de modo a verificar o melhor cenário produtivo que atendesse a necessidade da empresa.

2. Fundamentação Teórica

2.1 Mapeamento de processos

De acordo com Paim *et al.* (2007) o estudo de processos sempre teve um destaque nas organizações e estes geralmente objetivam-se em realizar diversas otimizações no processo, porém, Medeiros (2016), acrescenta que antes da otimização é necessário compreender e conhecer esse processo, identificar as atividades que agregam valor e os eventuais gargalos que impedem a organização de alcançar melhores resultados.

Várias ferramentas auxiliam as organizações a compreender e avaliar os processos, uma delas é o mapeamento de processos. Esta é uma ferramenta gerencial analítica e de comunicação e possui a finalidade de entendimento e aperfeiçoamento dos processos atuais e futuros (VILLELA, 2000).

2.2 Simulação de processos

Simular processos consiste em utilizar determinadas técnicas matemáticas com ou sem o auxílio de ferramentas computacionais que podem reproduzir o funcionamento de operações, processos ou sistemas do mundo real (SANTOS; MAGNO; QUINTAL, 2017).

Em constante busca por crescimento econômico e produtivo as empresas tomam decisões de diferentes níveis e complexibilidade e estão se reorganizando de modo que as decisões, gradualmente complexas, possam ser tomadas mais cientificamente (GAVIRA, 2003).

Ao utilizar a simulação é possível realizar modelagem de um sistema real e conduzir experimentos com esse modelo cuja finalidade é a de compreender o seu comportamento e/ou avaliar estratégias para a sua operação (FREITAS FILHO, 2008). Partindo dessa premissa, a simulação de processos pode ser bastante útil nas organizações, de acordo com Law e Kelton (1991) que apresentam alguns benefícios e desvantagens de sua utilização conforme Quadro 1.

Quadro 1- Vantagens e desvantagens da simulação

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Possibilidade de estimar o desempenho de um processo e identificar suas variáveis.	Modelos de simulação possui preço elevado e requer tempo dedicado.
Sistemas alternativos podem ser comparados via simulação para verificar se atende a condição especificada.	Se o modelo não for uma representação válida do processo em estudo, não gerará resultados com alto nível de confiabilidade.
Facilidade de manter controle sobre os parâmetros, não sendo necessária a alteração no layout físico.	
Capacidade de observar um período longo de funcionamento do processo em poucos minutos ou segundos.	

Fonte: Adaptado de Law e Kelton (1991)

A simulação é uma poderosa ferramenta de avaliação de cursos de ações, porém requer um grande esforço metodológico e um rigoroso estudo estatístico para levar a conclusões satisfatórias (GAVIRA, 2003).

2.2.1 Fases do projeto de simulação

Projetos de simulação, com auxílio de ferramentas computacionais devem ser iniciados quando a avaliação de processos é de alto nível de complexibilidade (ALMEIDA, 2017). A administração de um projeto de simulação é formada por três etapas cruciais (CHWIF; MEDINA, 2006): **a) Etapa 1: Concepção** – etapa responsável por análise dos objetivos, descrição do escopo do modelo, os cenários, grau de especificação do projeto e nesta etapa é a fase que dados de entrada são coletados (ALMEIDA, 2017); **b) Etapa 2: Implementação** – de acordo com Sargent (2010), esta etapa ocorre quando a fase de concepção é transformada em um modelo computacional e o modelo passa por uma validação e só é considerado válido quando possuir a veracidade necessária para cumprir as metas do modelo (PEREIRA; MONTEVECHI; FRIEND, 2012) e **c) Etapa 3: Análise** - nessa etapa, segundo Pereira, Montevechi e Friend (2012) são realizadas várias rodadas do modelo e seus resultados são avaliados e documentados, e a partir dos resultados, várias recomendações podem ser apresentadas. O projeto de simulação é concluído na etapa de apresentação dos resultados e disseminação do modelo (ALMEIDA, 2017).

Já, segundo o raciocínio de Baldam, Valle e Rozenfeld (2014) a modelagem dos processos abrange duas atividades: **a) Modelagem do processo atual – AS-IS** – a importância da modelagem do estado do processo em sua atualidade obtém-se como objetivo conhecer e especificar a maneira de como o processo é executado na prática, para em seguida ser possível otimizá-lo (ROMANO; BACK; OLIVEIRA, 2001). Diante disso, o primeiro passo em qualquer projeto de modelagem e simulação é entender o processo e identificar suas falhas e variáveis (JESTON; NELIS, 2008); **b) Modelagem e otimização do processo desejado – TO-BE** – após a realização e validação da modelagem do processo atual, é possível elaborar a modelagem e otimização do processo desejado “*To-be*” (CAVALCANTI, 2007). Para este projeto foram abordadas as duas metodologias.

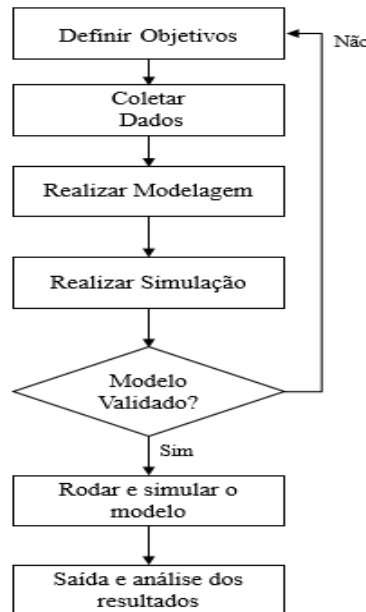
2.2.2 Ferramentas de simulação de processos

Segundo Chwif e Medina (2006), atualmente existem duas categorias de simulação de processos: **a) Simulação computacional** que consiste na utilização de *softwares* computacionais para obter realizar a modelagem e simulação e **b) Simulação não computacional** que são simulações que não necessitam da utilização de computadores.

A simulação computacional é baseada em *softwares*, utilizando-se de um computador para estudar o modelo, de forma que os *outputs* possam ser avaliados a fim de auxiliar as tomadas de decisões (GAVIRA, 2003). Existem diversos *softwares* no mercado, cada um com sua particularidade e ramo de aplicação para simulações em processos de manufatura, neste trabalho foi utilizado o *software* FlexSim®.

O *software* FlexSim® realiza simulação orientada a objetos discretos e conseqüentemente pode ser estabelecido como um software de simulação de eventos discretos (SAKURADA; MIYAKE, 2009). Para os autores, simular eventos discretos consiste em processos cujas variáveis transformam o estado instantaneamente em pontos específicos de tempo. De acordo com Zhu *et. al.* (2014) o projeto de simulação utilizando o FlexSim® tende a seguir algumas etapas básicas conforme apresentado na FIG. 1.

Figura 1 – Modelagem e Etapas de Simulação no FlexSim®



Fonte: Adaptado de Zhu *et. al.* (2014, p. 271)

Sendo assim, é de extrema importância o cumprimento das etapas propostas na FIG. 1 para elaboração de um projeto consistente e a obtenção de resultados confiáveis.

3. Metodologia

Esta seção tem o intuito de caracterizar os procedimentos metodológicos adotados apresentando o tipo de pesquisa, a unidade de análise e observação, as técnicas para a coleta e análise dos dados bem como as limitações deste estudo.

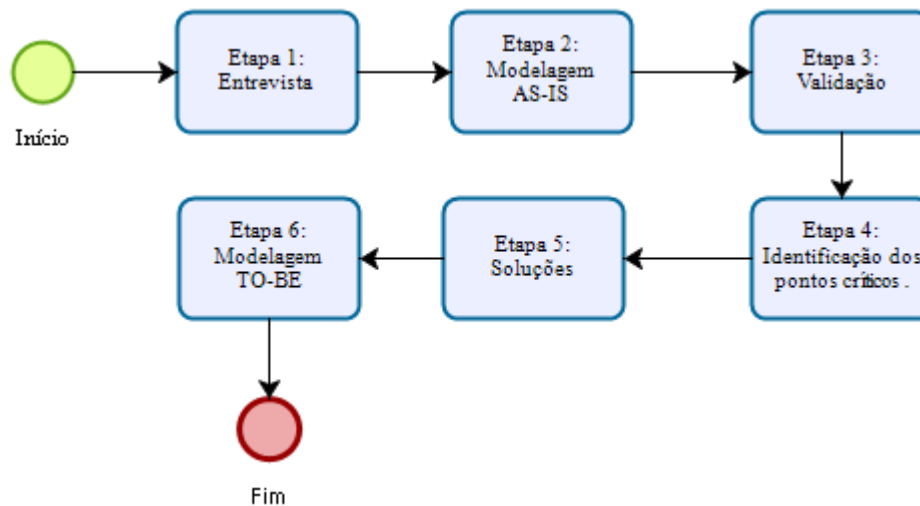
O tipo de pesquisa foi o de natureza qualitativa que, segundo Michel (2005, p. 33), fundamenta-se na “discussão da ligação e correlação de dados interpessoais [...] analisados a partir da significação que estes dão aos seus atos.” Não existem regras obrigatórias para a pesquisa qualitativa e os estudos poderão ser utilizados ao longo do processo investigativo (MARCONI; LAKATOS, 2017).

Para a realização deste estudo, propõe-se adotar a pesquisa intervencionista que visa interferência, alteração e mudança a realidade estudada (VERGARA, 2009). Para atender ao objetivo geral foi realizada uma pesquisa-ação qual seja um “tipo particular de pesquisa participante e de pesquisa aplicada que supõe a intervenção participativa (VERGARA, 2009, p.44).

Como unidade de análise, têm-se os processos que envolvem a etapa de envase e embalagem do metal e a unidade de observação realizada com gestores e operadores da área.

Inicialmente promoveu-se uma pesquisa documental visando elucidar os processos acerca do estudo proposto. Em seguida como segunda fase de pesquisa, foram realizadas entrevistas com roteiro semiestruturado, com as quais pretendeu-se responder aos objetivos específicos propostos, além do cumprimento de etapas conforme apresentado na FIG. 2.

Figura 2 – Etapas do Projeto



Fonte: Elaborado Pelos Autores (2019)

Dessa forma, pretendeu-se levantar dados e informações para a identificação do caminho e obtenção dos resultados propostos.

A análise de conteúdo foi a base para as entrevistas que para Minayo (2001), é encontrar respostas às questões levantadas e confirmação ou não do propósito ao trabalho de investigação. Em segundo momento foi utilizado a simulação e modelagem do processo através do software FlexSim® para a validação dos resultados apurados.

4. Análise dos dados apurados

A empresa ora estudada, que pediu sigilo de seu nome, atua no ramo da metalurgia e produz ferro-ligas. O trabalho foi realizado na etapa final do processo produtivo no sistema de envase automático de latas.

O sistema é capaz de envasar latas de diferentes pesos e em diferentes faixas granulométricas. O processo é composto por quatro linhas de envase, duas balanças manuais, um tamponador pneumático e um robô. As funções das etapas são apresentadas no Quadro 2:

Quadro 1 – Etapas do Processo

A) Envases	Cada linha de envase possui uma balança de pré-pesagem e o metal é envasado do silo para a lata.
B) Balanças	Posteriormente, através de correias transportadoras as latas são encaminhadas para as balanças, no qual o operador realiza a conferência do peso.
C) Tamponador	Através de um tamponador pneumático é realizado o tamponamento das latas.
D) Robô	Finalizando o processo, o robô, coleta as latas na esteira e encaminha para o pallet.

Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

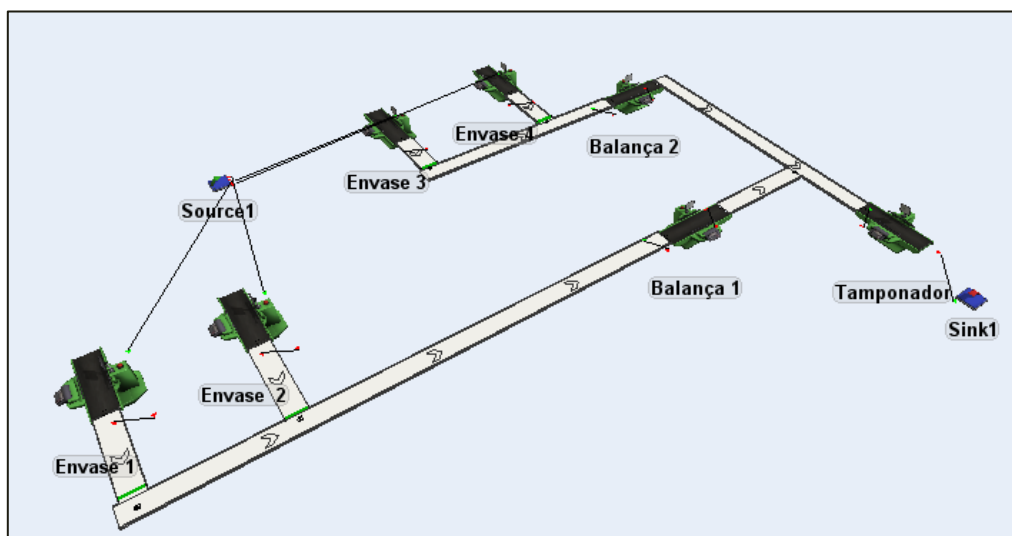
É importante ressaltar que a única etapa no qual ocorre trabalho manual é nas balanças e para transportar as latas de uma etapa a outra é utilizado correias transportadoras. As características das correias tais como comprimento e velocidade, foram utilizadas para a realização da simulação, porém, a empresa não autorizou a divulgação neste estudo.

4.1 Modelagem do estado atual (AS-IS)

4.1.1 Modelo atual do processo

A modelo do processo, conforme FIG. 4, foi realizado no *software* FlexSim®. O modelo desenvolvido no software possui os seguintes parâmetros: *Source1* representa a alimentação do processo com quatro linhas de envases, duas balanças, um tamponador e o *output* do processo, o *Sink1*, no qual é uma representação do robô.

Figura 3 – Modelagem (AS-IS) no FlexSim



Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

A validação do layout foi confirmada através da entrevista com as unidades de análises da empresa em estudo. Após validação, os dados foram coletados *in loco* para inserção no software.

4.1.2 Tempos de processo

A etapa dos Tempos de processo ocorreu com o apoio dos usuários dos equipamentos, e como parte de coleta de dados foi necessário cronometrar os períodos de processamento de cada etapa. O conjunto do sistema opera 24 horas/dia e é subdividido em 03 turnos de trabalho. Especificamente para esta pesquisa os dados foram coletados no turno administrativo – 8 às 17 horas –, dados estes apresentados na TAB.1 na etapa de envase:

Tabela 1: Dados Coletados do Sistema de Envase

Data	Envase	Tempo Total Amostragem (min)	Qtd Total Latas	Latas/min	Período [s/un]
13/11/2018	1	9,5	30	3,2	19,0
13/11/2018	2	8,5	30	3,5	17,0
13/11/2018	3	9,5	30	3,2	19,0
13/11/2018	4	11	30	2,7	22,0

Fonte: Elaborado Pelos Autores (2019)

Como a etapa de envase é totalmente automatizada, os tempos de processo tendem a permanecer os mesmos, por isso foi analisado somente uma amostragem de 30 latas em cada linha. As indicações em vermelho apresentam o tempo médio de cada envase.

A respeito dos tempos apurados, a TAB. 2 apresenta os tempos de processo individualizado por balanças:

Tabela 2: Dados Coletados das Balanças

Data	Balança	Tempo Total Amostragem (min)	Qtd Total Latas	Latas/min	Período [s/un]	Média BL
13/11/2018	1	13,5	30	2,2	27,0	22,5
09/01/2019	1	30	109	3,6	16,5	
15/01/2019	1	11,78	30	2,5	23,6	
15/01/2019	1	11,21	30	2,7	22,4	
15/01/2019	1	11,53	30	2,6	23,1	
13/11/2018	2	6	30	5,0	12,0	16,4
09/01/2019	2	9,22	30	3,3	18,4	
10/01/2019	2	9,28	30	3,2	18,6	
10/01/2019	2	8,72	30	3,4	17,4	
10/01/2019	2	8,73	30	3,4	17,5	
15/01/2019	2	8,16	30	3,7	16,3	
15/01/2019	2	8,3	30	3,6	16,6	
15/01/2019	2	7,21	30	4,2	14,4	

Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

Dos dados coletados nas balanças, foi necessário realizar uma amostragem maior pelo fato desta etapa ser executada manualmente pelos operadores. A média coletada conforme apresentado na TAB. 2 apresenta a Balança 01 operando em média 22,5 segundos/lata e a Balança 02 operando a 16,4 segundos/lata.

Estudos anteriores dão conta de que o robô e o tamponador possuem a capacidade produtiva abaixo de seu nível operacional. Estes estudos a empresa não permitiu a divulgação, e na TAB. 3, visualizam-se dados coletados do tamponador/robô.

Tabela 3: Dados Coletados do Tamponador/Robô

Data	Tamponador/ Robô	Tempo Total Amostragem (min)	Qtd Total Latas	Latas/min	Período [s/un]
13/11/2018	1	4,25	30	7,1	8,5

Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

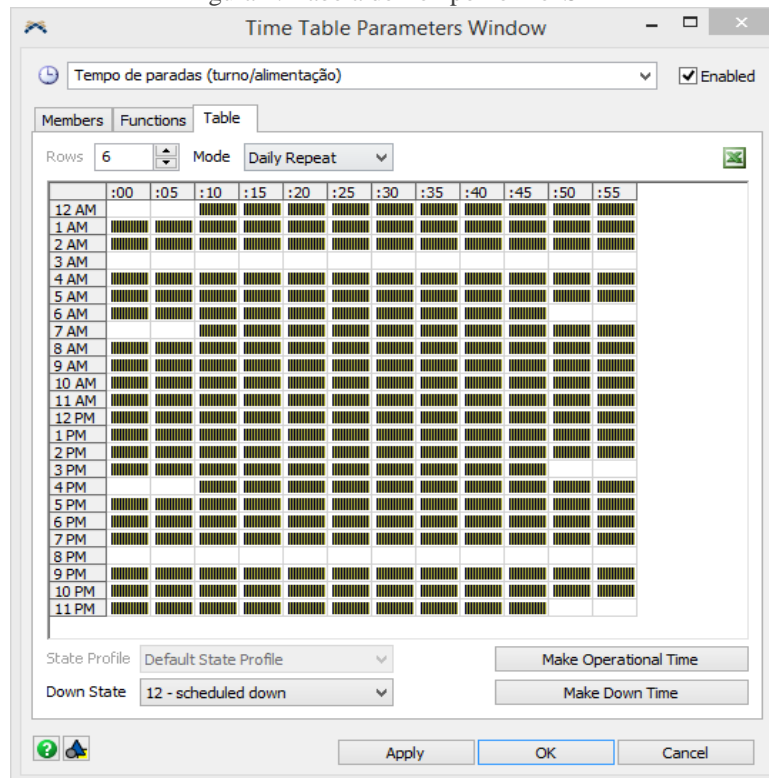
Pelo fato do tamponador e robô trabalharem em conjunto, considerou-se para a simulação os tempos iguais de processamento. Toda e qualquer simulação que será concretizada nesse estudo, será realizada considerando 21 horas de funcionamento diário da unidade e considerando 3 horas de paradas, ou seja, 1 hora para troca de turno e 2 horas para refeições.

4.1.3 Simulação do estado atual (AS-IS)

Após os dados coletados e seguindo as etapas do projeto de simulação, foi realizada a inserção dos dados no *software* e posteriormente a simulação. O modelo utilizado para a simulação é a modelagem apresentada na FIG. 4 na página 7.

Existem diversas formas de apontar paradas no *software* FlexSim®, e nesta aplicação utilizou-se o *Time Table* – Tabela de Tempo. Na FIG. 5 pode-se observar alguns espaços em branco e outros preenchidos, sendo os espaços preenchidos o tempo de funcionamento da unidade produtiva, e nos espaços em branco as paradas que serão realizadas em todos os equipamentos na simulação.

Figura 4: Tabela de Tempo no FlexSim

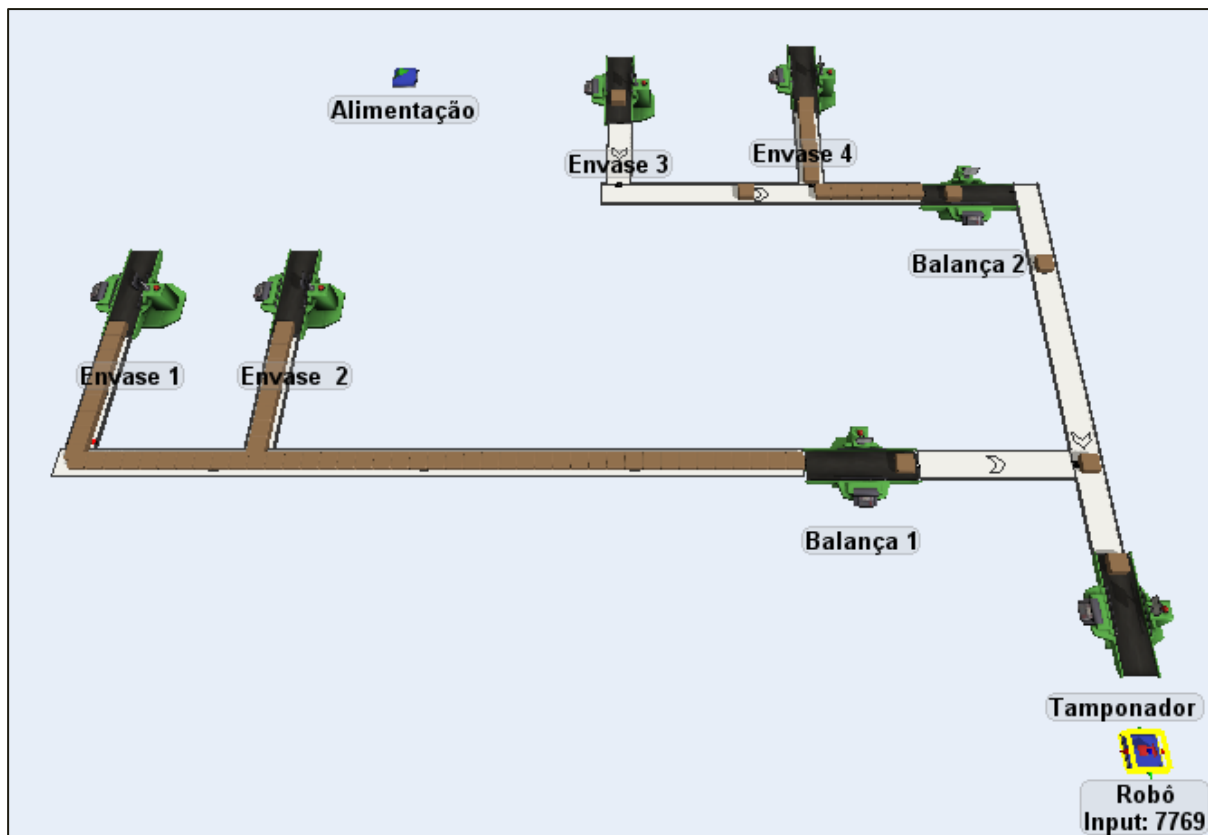


Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

A Tabela de tempo representada na FIG. 5 será utilizada para toda e qualquer simulação presente neste estudo.

A simulação apresentada na FIG. 6, no Estado Atual da empresa foi caracterizada pela sistemática “AS-IS” com balizamento dos dados apresentados pelas tabelas 1, 2 e 3 apresentadas nas páginas 8 e 9.

Figura 5: Simulação do Cenário Atual



Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

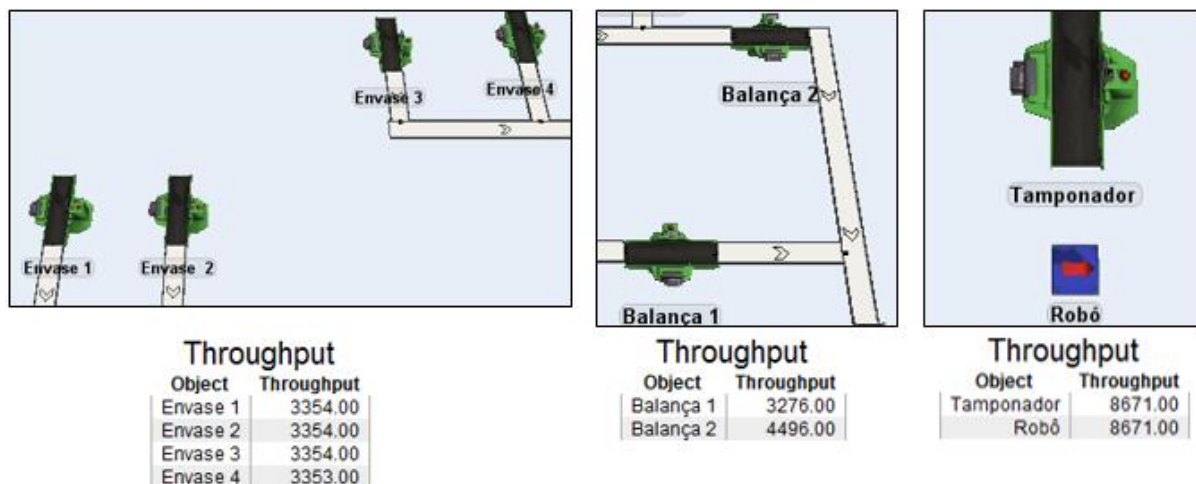
Seguindo as etapas do projeto, proposto na FIG. 2, na página 6, a produção em um período de 24 horas alcançou o total de 7.769 latas as quais foram validadas pela simulação conjuntamente com os colaboradores da unidade, portanto, a simulação do estado atual – *AS IS* – está pertinente a realidade.

Conseqüentemente, com a validação do “*AS-IS*” a etapa sucessora é a de identificação dos pontos críticos como especificado também na FIG. 2 e que são apresentados na próxima Seção.

4.2 Identificação dos pontos críticos

Pode-se observar que existem grandes filas de latas aguardando o processamento na etapa de pesagem nas balanças. Em análise do comportamento das filas, pode-se observar que o gargalo se encontra nas balanças. A análise fria de gargalo não pode ser algo baseado empiricamente, mas sim em dados. Para tanto realizou-se outra simulação afim de identificar a capacidade das etapas de processamento, que é apresentada na FIG. 7.

Figura 6: Simulação de Capacidade por Etapa



Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

Dos dados apurados extraiu-se da simulação dados de acordo com cada etapa do processo e seus resultados são apresentados no Quadro 3:

Quadro 2 – Resultados da Simulação de Capacidade

A) Envase	No período de simulação – 24 horas – cada envase é capaz de produzir aproximadamente 3.354 latas, a capacidade total do sistema “envases” pode ser definido como uma capacidade de 13.415 latas/dia.
B) Balanças	É possível perceber que a Balança 1 produz 3.276 latas e a Balança 2 produz 4.496. Essa diferença é explicada pelo tempo de processamento diferente entre cada balança. O sistema com duas balanças é capaz de produzir 7.772 latas/dia e a diferença desta é de 7.769 latas/dia, oriundo de latas que ainda estão na esteira ao final da simulação. Conclui-se que nesse cenário as balanças são consideradas o gargalo uma vez que sua produção é igual a produção total do sistema.
C) Tamponador/Robô	No mesmo período de simulação pode-se observar que a capacidade de produção do tamponador e do robô foi 8.671 latas/dia.

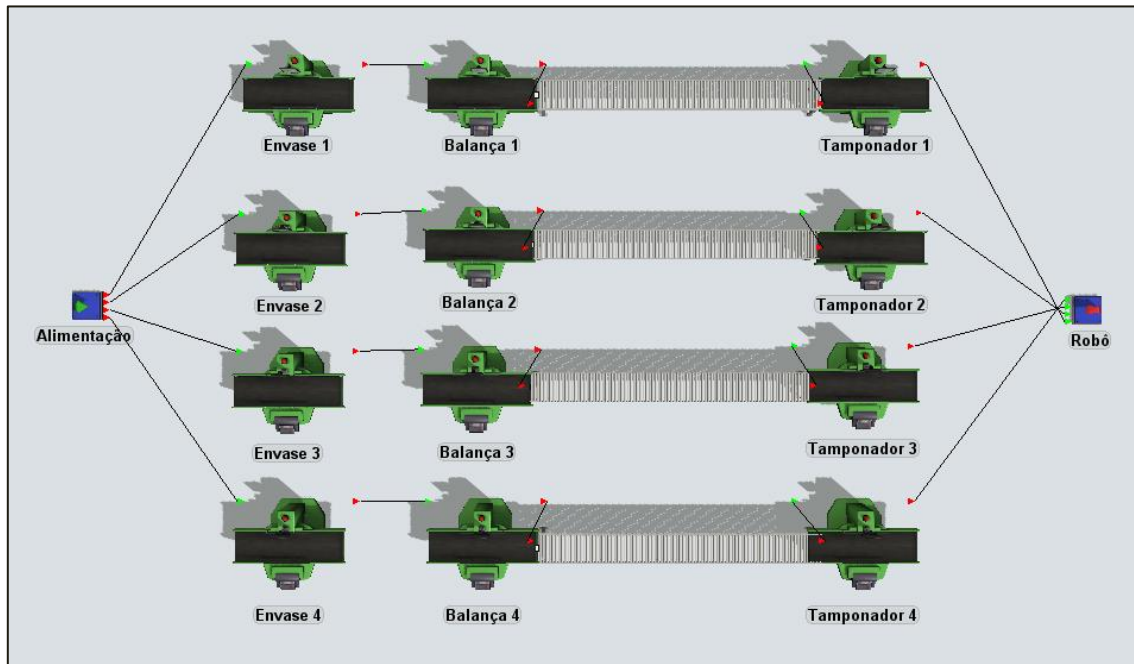
Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

Identificado os pontos críticos do processo, a próxima etapa caracteriza-se em propor soluções de otimização. A proposta para aquisição de novos equipamentos como solução, será apresentada na Seção 4.3.

4.3 Simulação do estado futuro (TO-BE)

Já caracterizado que o sistema com duas balanças não atende à demanda evidenciou-se a necessidade de simular um futuro cenário mesmo antes de ser realizado qualquer investimento. A princípio foi proposto a aquisição de 2 balanças e 3 tamponadores para girar o processo. A partir daí foi realizada uma nova modelagem do processo com o possível layout futuro – TO-BE –, para esse layout foi realizado duas simulações distintas e o modelo pode ser visualizado na FIG. 8:

Figura 7: Modelagem do Layout Futuro – *TO-BE*



Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

Para a primeira simulação realizada com modelagem de cenário futuro foi utilizado os mesmos dados coletados nas Tabelas 1, 2 e 3 das páginas 8 e 9. Um resumo dos tempos de processo utilizados na simulação do layout futuro – *TO BE* – pode ser encontrado na Tabela 4:

Tabela 4: Dados Utilizados para Simulação do Layout Futuro – *TO-BE*

Etapa	Período (s/un)
Alimentação	5
Envase 1	19
Envase 2	17
Envase 3	19
Envase 4	22
Balança 1	22,5
Balança 2	16,4
Balança 3	19,5
Balança 4	19,5
Tamponador	8,5

Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

Como o modelo “*As-Is*” possui somente duas balanças e o modelo “*To-be*” possuirá quatro, o período de processamento das balanças 3 e 4 se deu em uma média das balanças 1 e 2. A produção ao final da simulação resultou numa produtividade de 13.431 latas/dia. Considera-se esta produção como suficiente para atender as demandas futuras da empresa, porém, como a simulação é uma grande aliada para identificar possíveis alterações nos cenários, foi realizada uma nova simulação com os dados apresentados na TAB. 5:

Tabela 5: Dados Padronizados para Simulação no Layout Futuro – TO-BE

Etapa	Período (s/un)
Alimentação	5
Envase 1	20
Envase 2	20
Envase 3	20
Envase 4	20
Balança 1	20
Balança 2	20
Balança 3	20
Balança 4	20
Tamponador	8,5

Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

Desta forma, foi verificada a hipótese de padronizar todas as atividades no tempo de 20 segundos. Os operadores foram consultados e, contudo, acordado que este tempo é o suficiente para a realização da conferência de pesos das latas. Após nova simulação, os resultados esperados foram além da expectativa inicial. Os dados apresentam uma produção de latas crescente próximo a 12,5%, um aumento produtivo de 13.431 latas/dia para 15.109 latas/dia. Não foram realizadas simulações com o tempo de padronização inferior a 20 segundos. A redução desse tempo, abaixo de 20 segundos, influenciará tanto na qualidade do produto, quanto a segurança do operador, pois se torna um curto tempo para a atividade de pesagem ser realizada.

5. Considerações finais

Sabe-se que as organizações têm como objetivo aumentar suas vendas e conseqüentemente o lucro, para isso é importante realizar otimizações nos processos de modo que sejam sempre possíveis elevar a produção sem aumentar os custos e diminuir a qualidade do produto. Com o avanço da tecnologia é possível encontrar ferramentas que auxiliam as tomadas de decisões. Este estudo teve como objetivo identificar a capacidade produtiva em diferentes cenários e os gargalos existentes no processo, e conseqüentemente, serviu para identificar qual o melhor cenário para atender as necessidades da empresa. Na Tabela 6, é possível verificar os resultados obtidos a partir da alteração do layout proposto:

Tabela 6- Resultados das simulações

Modelagem "As is"	Modelagem "To be"	Modelagem "To be" padronizado
7769 latas/dia	13431 latas/dia	15109 latas/dia

Fonte: Elaborado pelos Autores (2019)

De acordo com os resultados obtidos, após a aquisição de duas balanças e três tamponadores resultou em um aumento produtivo em aproximadamente 72%, conseqüentemente, padronizando as etapas do processo, é possível obter crescimento produtivo aproximado em 95%. Além do aumento da produtividade, existem outras melhorias que são destacadas no Quadro 4.

Quadro 4: Melhorias obtidas com o “To be”

a) ao comportamento das filas	Como serão excluídas as correias transportadoras de latas do envase até as balanças, no layout futuro as balanças se posicionarão logo após a linha de envase, conseqüentemente, reduzindo as filas do processo
b) linhas de processamento lineares	Cada operador será responsável por sua linha de processamento, assim a gestão possuirá mais facilidade para coordenar a produção
c) paradas nas balanças:	No layout atual caso ocorra uma parada nas balanças a queda de produção é em torno de 50%, pois, se parar uma balança no layout atual obrigatoriamente é necessário parar duas linhas de envase, já no novo modelo se ocorrer parada na balança, a queda de produção ficará em torno de 25%, pois, irá parar somente uma linha de produção.

Fonte: Elaborado pelos Autores (2019)

Com isso, ao utilizar a simulação computacional os objetivos propostos foram alcançados, as melhorias atenderam às expectativas da empresa e ficou evidenciado a importância da simulação para auxílio à tomada de decisão.

6. Referências

ALMEIDA, J. F. F. **Simulação por eventos discretos**. Instituto Federal de Minas Gerais - Campus Bambuí (2017).

BALDAM, R.; VALLE, R.; ROZENFELD, H. **Gerenciamento de Processos de Negócios**. Rio de Janeiro, Elsevier, 2014.

CAVALCANTI, E. X. et al. **A Modelagem de Processos de Negócios em empresa pública** – A Experiência da Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN na modelagem dos processos de negócios do Serviço de Tecnologia da Informação – SETIN. Artigo apresentado ao 2º Congresso Científico da UniverCidade, Rio de Janeiro. 2007, 8p. Disponível em: <https://www.academia.edu/843481/> Acesso em: 14 fev. 2019.

CHWIF, Leonardo; MEDINA, Afonso Celso. **Modelagem e simulação de eventos discretos**. Afonso C. Medina, 2006.

DE CARVALHO, Leonardo Sanches. **Modelagem e Simulação: poderosa ferramenta para a otimização de operações logísticas**. 2003.

FREITAS FILHO, P. J. **Introdução à modelagem e simulação de sistemas com aplicações Arena**. Visual Books, 2008.

GAVIRA, Muriel de Oliveira. **Simulação computacional como uma ferramenta de aquisição de conhecimento**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2003.

JESTON, J.M.; NELIS, J. **Management by process: a roadmap to sustainable Business Process Management** Oxford: Elsevier, 2008.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M.. **Metodologia do Trabalho Científico**. Atlas SP, 2017.

LAW, A. M. & KELTON, W. D. **Simulation Modeling & Analysis**. McGraw-Hill Books, NY, Second Edition, 1991.

MACEDO, Mariano de Matos. **Gestão de produtividade nas empresas**. Revista Organização Sistêmica, 2012.

MEDEIROS, Mayalu. **Otimização de processos: o que a empresa ganha com essa prática?** 2016. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/negocios/otimizacao-de-processos-o-que-a-empresa-ganha-com-essa-pratica/99050/>> Acesso em: set/2018.

MELLO, Gustavo, **A importância da simulação de processos no apoio a gestão de operações**, 2017. Disponível em: <<https://pt.linkedin.com/pulse/import%C3%A2ncia-da-simula%C3%A7%C3%A3o-de-processos-apoio-gest%C3%A3o-das-gustavo-mello>>. Acesso em: set/2018.

MICHEL, Maria Helena. **Metodologia e pesquisa científica em ciências sociais: Um guia para acompanhamento da disciplina e elaboração de trabalhos monográficos**. São Paulo-SP: Atlas, 2005, 210 p.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 2001, 80 p.

MORAIS, Thiago.; MENEZES, Jose.; SANTOS, Felipe.; SANTOS, Paulo; SILVA, Marcos.; **Modelagem e simulação utilizando o software flexsim: Estudo na busca por melhorias no processo produtivo de indústria alimentícia de anápolis/go**. <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_238_382_30915.pdf>. Acesso em: set/2018.

PAIM, Rafael et al. **Gestão de processos: pensar, agir e aprender**. Bookman editora, 2009.

PEREIRA, T.F.; MONTEVECHI, J. A. B.; FRIEND, J.D.; **Análise do impacto dos tempos de inspeção e capacidade produtiva através da simulação a eventos discretos em uma empresa automobilística**. Rio de Janeiro 2012.

ROMANO, Fabiane Vieira; BACK, Nelson; OLIVEIRA, Roberto de. **A importância da modelagem do processo de projeto para o desenvolvimento integrado de edificações**. In: WORKSHOP DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, São Carlos. 2001.

SAKURADA, Nelson; MIYAKE, Dario Ikuo. **Aplicação de simuladores de eventos discretos no processo de modelagem de sistemas de operações de serviços**. Gestão & Produção, v. 16, n. 1, p. 25-43, 2009.

SANTOS, Marcos.; MAGNO, Duarte Beatriz.; QUINTAL, Santiago Renato. *Discrete events simulation on identification of bottlenecks in the selection process of trainees of an organ federal government: a systemic approach*. Universitas. Gestão e Tecnologia. 2017, Vol. 7 Issue 1/2, p149-155. 7p.

SARGENT, R.G. *Verification and validation of simulation models*. Winter Simulation Conference, Proceeding... Baltimore MD, USA, 2010.

SHANNON, Robert E. *Systems simulation: the art and science*. Englewood Cliffs: PrenticeHall, [s. n.], 1975.

SOLIMAN, F. *Optimum level of process mapping and least cost business process reengineering*. *International Journal of Operations Production Management*, p.810-816, 1999.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 2009, 104 p.

VILLELA, Cristiane da Silva Santos et al. **Mapeamento de processos como ferramenta de reestruturação e aprendizado organizacional**. 2000.

ZHU, Xiaomin et al. *A flexsim-based optimization for the operation process of cold-chain logistics distribution centre*. *Journal of applied research and technology*, v. 12, n. 2, p. 270-288, 2014.