

Integração entre o Mapeamento de Fluxo de Valor, Modelagem e Simulação aplicado em um processo produtivo de uma empresa de pequeno porte

Danilo da Silva Jorge (Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, *campus* Poços de Caldas)
danilo.jorge@outlook.com

Gabriela do Vale Cabral (Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, *campus* Poços de Caldas)
gabrielavalecabral@gmail.com

Luísa Fernanda Malaquias (Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, *campus* Poços de Caldas)
luisafernandamalaquias@gmail.com

Sarah Carvalho Sarkis (Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, *campus* Poços de Caldas)
sarahcarvalho-sarkis@hotmail.com

Rodrigo Furlan de Assis (Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, *campus* Poços de Caldas)
furlanassis123@hotmail.com

Resumo:

O Mapeamento de Fluxo de Valor em conjunto com a Simulação estabelece uma forma ágil de representar cenários e alterá-los através de modelos criados virtualmente, sem interferir no processo produtivo. Sendo assim, o presente artigo teve como objetivo representar um processo produtivo de uma empresa de pequeno porte, produtora de chocolates artesanais, em Poços de Caldas, Minas Gerais, através da criação de cenários com a intenção de diminuir seus principais gargalos. O modelo e a geração de cenários foram desenvolvidos no software SIMIO® e a linha de produção analisada foi a de tabletes de chocolates, por ser o produto mais vendido na empresa. Ao final, junto com uma análise de viabilidade, foi possível escolher os cenários que seriam mais viáveis para serem aplicados na empresa, também foi possível aumentar as opções de tomada de decisões dos proprietários da empresa, mostrar o potencial de atendimento de novos mercados, reduzir os custos de produção e o lead time.

Palavras-chave: Mapeamento de fluxo de valor, modelagem e simulação.

Integration between Value Stream Mapping, Modeling and Simulation applied in a productive process of a small company

Abstract:

The Value Stream mapping working with the simulation establish a limber way to represent real scenarios and modify them by virtually created models without interfere in the production process. Therefore, this article had de objective to represent the production process of a small business, producer of handmade chocolate from the city of Poços de Caldas, Minas Gerais by creating scenarios to reduce the main bottlenecks. The modeling and the scenarios generation were created by the software SIMIO® and the production line analyzed was the chocolate tabletes because it's the best seller of the company. At the end of, with the economic viability analysis, was possible to choose the scenarios that would be more viable to the company, it was also possible to increase the decision-making options of the company's owners, show the possibility to have new markets, reduce

production costs and the lead time.

Key-words: Value Stream Mapping, Modeling and Simulation.

1. Introdução

O chocolate, um subproduto do cacau, é consumido no mundo inteiro e para muitas pessoas é considerado mais do que um alimento, sendo uma fonte de energia e um calmante para o estresse do dia a dia. O chocolate começou a ser produzido em 1765, nos Estados Unidos, na fábrica de chocolate Cia Baker. No Brasil, a produção de chocolates iniciou-se no final do século XIX e começo do século XX, sendo indústrias, geralmente, familiares, fundadas por imigrantes da Alemanha, Letônia e Suíça (ABICAB, 2018).

Segundo os dados Comex Stat (2018), comparando o primeiro semestre de 2018 com o primeiro semestre de 2017, percebe-se um pequeno aumento na exportação de chocolate, sendo de 2,7%. Analisando a importação de chocolate, no mesmo período, percebe-se um aumento de 33,28% (ABICAB, 2018).

A fim de observar a produção, o crescimento da produção e suas alterações nos cenários produtivos, o objetivo deste trabalho foi desenvolver cenários para otimização de um sistema produtivo de chocolate artesanais utilizando a integração entre o Mapeamento de Fluxo de Valor e o modelo de simulação utilizando o software SIMIO®.

Localizada em Poços de Caldas, Minas Gerais, a empresa pesquisada é uma tradicional produtora de chocolates que será denominada no artigo como empresa Alfa. O modelo de simulação foi desenvolvido com a intenção de aumentar as opções de tomada de decisões dos proprietários da empresa, reduzir os custos de produção e o lead time.

2. Revisão da literatura

2.1. Mapeamento de fluxo de valor

Entende-se como “fluxo de valor” as ações necessárias para trazer um produto por todas as operações necessárias, uma produção desde o fornecedor até o consumidor ou então acompanhar desde o projeto até o lançamento de um produto, essas ações podem ser agregadoras de valores ou não (ROTHER; SHOOK, 2003).

De acordo com Rother e Shook (2003), a ferramenta mapeamento de fluxo de valor (MFV) ajuda a enxergar todo o fluxo de material e informação desde o fornecedor até o consumidor, através de representações visuais de cada processo. Assim, pode-se representar o mapa chamado de estado futuro, que mostra como deveria ser o fluxo de valor.

Com a utilização da ferramenta, pode-se melhorar o fluxo de valor através da análise como um todo e não apenas individualmente. Assim, identifica-se a fonte de ocorrência de desperdícios e a ligação entre duas ou mais fontes dentro do processo, facilitando a ação de otimização da produção (ROTHER; SHOOK, 2003).

A integração da simulação ao MFV vem sendo muito utilizada em diversos contextos com diversos objetivos. Xia e Sun (2013) defendem o uso da simulação de eventos discretos como complemento do MFV, uma vez que os benefícios da aplicação do MFV, como por exemplo, a redução de custos e melhoria da produtividade, precisa de um sistema de simulação da produção para prover uma melhor avaliação dos cenários. Podendo assim, auxiliar na tomada de decisões quando for necessário identificar um melhor cenário, a partir dos cenários propostos.

2.2. Modelagem e simulação de sistemas virtuais

A modelagem surge da necessidade de representar situações reais através de modelos virtuais. Um sistema pode ser considerado um agrupamento de partes que operam juntas, visando o mesmo objetivo, enquanto que um modelo é definido como a representação das relações dos componentes de um sistema, possuindo uma tendência de se aproximar do real comportamento do sistema. Portanto, um modelo de simulação é capaz de capturar o comportamento do sistema real e de representar sistemas complexos de natureza dinâmica e aleatória (CHWIF; MEDINA, 2008).

Pode-se afirmar também que um modelo de simulação traduz a realidade para um ambiente sob controle, no qual é possível o estudo do mesmo, sob as mais variadas condições, sem a ocorrência de riscos físicos para o mundo real ou o envolvimento de custos elevados (MONTEVECHI et al. 2007).

A utilização das técnicas de simulação computacional vem sendo muito procurada pelas empresas, viabilizando uma análise mais abrangente, sob diversas óticas, como por exemplo, a vantagem competitiva, redução de custos, maior agilidade, melhoria contínua na qualidade e processos e redução de falhas. (OLIVEIRA et al. 2009).

As aplicações dessas técnicas podem abordar eventos discretos, onde estão envolvidos sistemas dinâmicos, em que os estados se alteram com o tempo e sistemas discretos, que alteram seus estados continuamente no tempo. Podendo citar como exemplo os sistemas logísticos e cadeia de suprimentos, linhas de produção com processos de manufatura, entre outros (CHWIF; MEDINA, 2008).

Normalmente, os modelos desenvolvidos comportam análises que visam tomadas de decisões sobre a alocação de recursos, as filas formadas durante o processo quando ocorre o surgimento de gargalos, devido ao tempo que leva determinada atividade ou a insuficiência do maquinário ou operador.

2.3. Métodos para modelagem e simulação

Para que a modelagem e a simulação ocorram de forma que atinja os objetivos, ambas devem ser realizadas de forma correta, partindo do sistema real. Chwif e Medina (2008) propõem que o sistema real apresenta uma maior complexidade devido, principalmente a seu dinamismo, onde seu estado é alterado ao longo do tempo e aleatoriedade, uma vez que envolve diferentes variáveis.

De acordo com os mesmos autores, a simulação pode ser classificada em duas categorias:

- Simulação contínua ou dinâmica: a modelagem de dados dinâmicos sofre mudanças contínuas, embora não possam ser rastreáveis individualmente através do processo;
- Simulação de eventos discretos: é uma ferramenta de modelagem computacional que replica sistemas complexos, permitindo que intervenções possam ser estudadas, sem comprometer o mundo real, com alterações que não se podem conhecer os prováveis efeitos.

Segundo Chwif e Medina (2008), um modelo de simulação discreto é composto por três fases, sendo Concepção, Implementação e Análise. Na primeira fase é definida a formulação e a representação do modelo, na segunda fase ocorre a implementação do modelo e é realizada sua verificação e validação, e na última fase, é feita a experimentação do modelo e realizada a sua análise e redefinição.

Os métodos para a modelagem e simulação são descritos a seguir:

- Objetivos e definição do sistema: determinação dos objetivos e entendimento do sistema, conforme seu funcionamento e suas restrições;
- Modelo Abstrato: compreensão do modelo inicial, junto com o objeto de estudo;
- Modelo Conceitual: representação do modelo abstrato de acordo com alguma técnica de simulação com a intenção de que outras pessoas possam entender esse modelo, através da determinação de seus componentes e descrição de suas variáveis e interações inerentes ao sistema;
- Modelo Computacional: conversão do modelo conceitual em um modelo computacional através de algum software de simulação;
- Modelo Operacional: Após a verificação e validação do modelo computacional, é possível realizar os experimentos nesse modelo;
- Resultados Experimentais: fase onde é possível obter e analisar os resultados experimentais.

3. Metodologia

3.1. Estudo de caso

A atual pesquisa é classificada como pesquisa exploratória, com base no objetivo, porque tem a intenção de tornar mais explícito o problema, familiarizando-o, e constituindo hipóteses. Gerando assim, um estudo de caso, identificando os possíveis fatores que influenciam o problema ou que por eles são influenciados, permitindo o amplo e detalhado conhecimento (GIL, 2002).

Para o desenvolvimento do modelo de simulação foi utilizada a metodologia proposta por Chwif e Medina (2008), composta pelas três fases: Concepção, Implementação e Análise.

Na fase de concepção, foram feitas observações na área de produção, durante as duas visitas técnicas à empresa, com o acompanhamento de um responsável pela área visitada, sobre quais são os produtos que fazem parte do mix e foi escolhido o produto que representa maior percentual de produção. Então, foi realizado o fluxo de processo de conversão do tablete e o MFV.

Na fase de implementação, foi possível modelar os dados no software SIMIO® para simular a produção da empresa atual e mais quatro cenários. E na última fase, de Análise, foram analisados os resultados gerados e comparados com o cenário atual.

3.2. Empresa pesquisada

A empresa Alfa atua no ramo alimentício na produção de chocolates artesanais e está localizada em Poços de Caldas, Minas Gerais, a produção e a loja física se encontram no mesmo local. Trabalham, atualmente, quatro pessoas na empresa.

A empresa Alfa tem como base de seus produtos os chocolates amargo, ao leite, branco e blend, seu mix de produção é composto por tabletes, bombons, confeitos e variados, estes identificados na Tabela 1.

Nome	Quantidade (g)	Variedade (un)	Algumas opções
Tablete	40	25	Amêndoas, castanha do caju, cereja e uva passa
Bombom	10	10	Framboesa, limão, maracujá e morango
Confeito	90	4	Amendoim, uva passa, flocos e Nescau cereal
Variados	-	3	Damasco, pão de mel e wafer

Fonte: elaborada pelos autores

Tabela 1: Produtos da empresa Alfa

A empresa Alfa possui uma produção média de 250 Kg/mês, sendo 200 Kg (5.000 unidades) apenas para os tabletes, que será o foco deste trabalho. A produção ocorre conforme os produtos são vendidos. E todos os ingredientes utilizados na produção do tablete são comprados de fornecedores.

3.3. Mapeamento de fluxo de valor

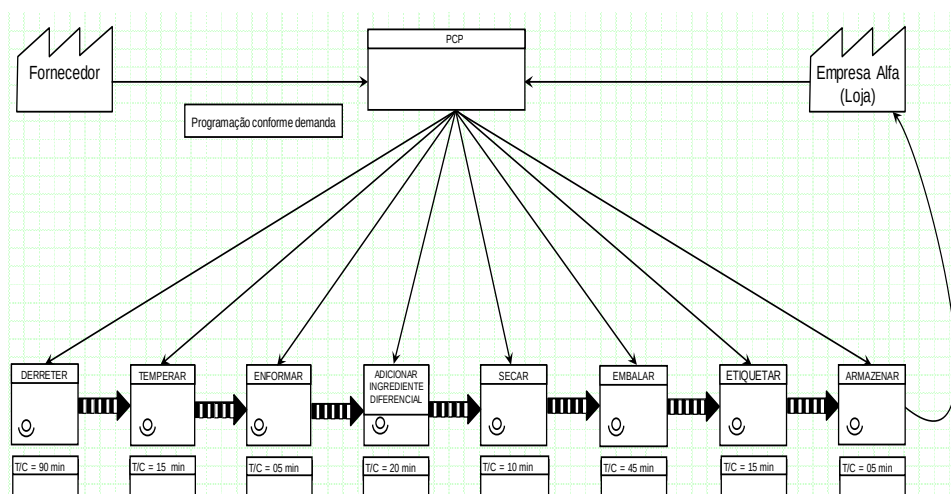
O foco deste trabalho foi no produto tablete, pois representa 80% da produção mensal. O processo de conversão do tablete ocorre em três etapas, sendo os Inputs, o Processamento e os Outputs, conforme abaixo:

- Inputs:
 - Pessoas: trabalha uma pessoa na linha de produção e uma pessoa no processo de secagem, embalagem, etiquetagem e armazenagem;
 - Matéria-prima: são todos os ingredientes necessários para a produção dos tabletes;
 - Equipamento: fogão elétrico, tanque com água fria corrente e máquina com hélice;
 - Instalação: ar condicionado, mesas de confeitaria e embalar, água, luz e entre outros.
- Processamento:
 - Aquece-se a água até atingir a temperatura de 80 °C no fogão elétrico, após, é desligado o fogão e adicionado o chocolate em uma panela para derreter em banho-maria, o processo demora em torno de 90 minutos, para uma quantidade de 3,600 Kg, a temperatura não pode ultrapassar 80°C, porque o chocolate pode virar uma pasta e perder a qualidade, ficando inapropriado para o uso, então, o chocolate é movimentado levemente para que seja derretido completo para avançar para a próxima etapa.
 - Em seguida, o chocolate é colocado em um tanque com água fria corrente para haver a temperagem, até que o chocolate atinja a temperatura ideal, sendo, em média, de 30°C, podendo variar de acordo com o tipo de chocolate. O chocolate é temperado através de uma máquina com hélice, com movimentos leves. Esse processo demora em torno de 15 minutos.
 - O chocolate é colocado na forma e adicionado o ingrediente que diferencia o tablete, durando em torno de 05 minutos para enformar e 20 minutos para adicionar o ingrediente diferencial.

- Após 10 minutos de secagem, ele é embalado, etiquetado e armazenado. O tempo total de todo o processo de conversão do tablete é de 205 minutos para cada produção. E o horário de produção é das 09h00 às 18h00.

- Outputs: São produzidos 90 tabletes por produção.

A Figura 01 demonstra o MFV desenvolvido para o caso em questão.



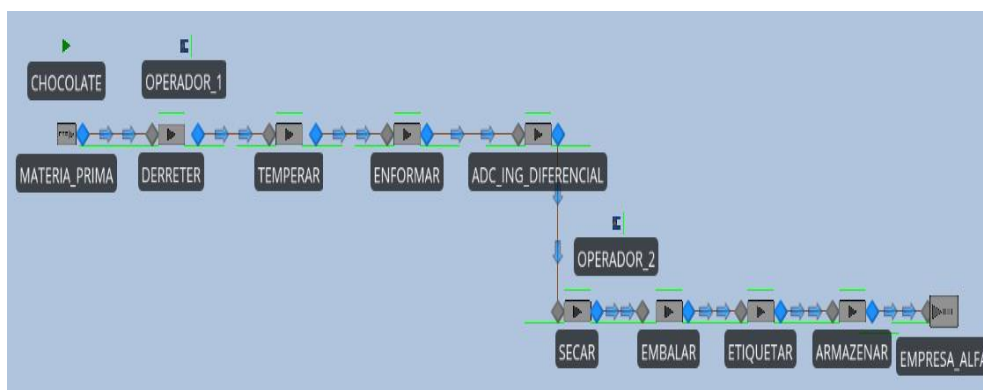
Fonte: elaborada pelos autores

Figura 01: MFV do processo de produção do tablete

Após obter o MFV foi possível visualizar como ocorre o processo de conversão do tablete, desde o fornecedor até chegar ao consumidor, e, assim, verificar as operações que são os gargalos da produção, sendo nas etapas de derretimento (90 minutos) e de embalagem (45 minutos).

3.4. Modelo de simulação

Após obter o MFV, foi possível realizar a simulação no software SIMIO® do processo produtivo atual, conforme Figura 2.



Fonte: elaborada pelos autores

Figura 02: Processo de produção do tablete

4. Resultados e discussões

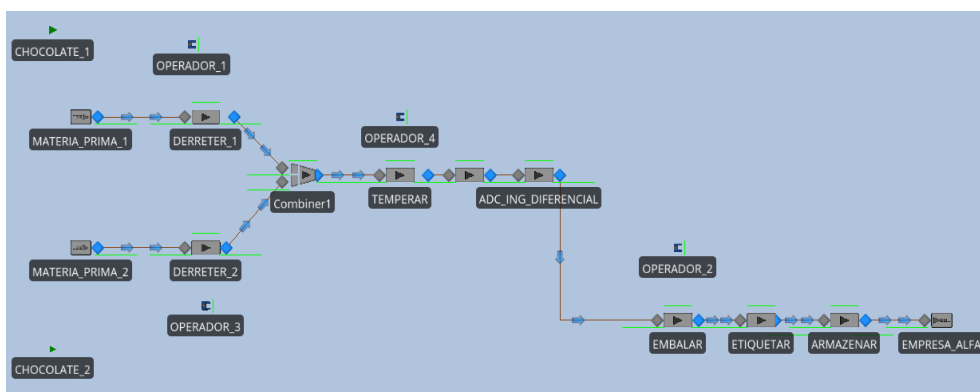
Com base na simulação do cenário atual, foram realizadas quatro simulações com seus custos e benefícios, com a intenção de diminuir os principais gargalos, sendo nas etapas de derretimento e embalagem.

4.1. Cenário 01: contratação de dois funcionários e inserção de uma panela de derretimento

No primeiro cenário, foi proposta a adição de outra panela de derretimento no processo, visto que a empresa já possui a mesma, e não a utiliza por falta de demanda. Com essa proposta, o novo tempo de derretimento seria de 45 minutos, reduzindo em 50% o tempo nessa etapa. E seria necessária a contratação de mais dois funcionários. Assim, a empresa Alfa teria um custo mensal com salário dos dois operadores de produção de R\$2.121,90 mais os encargos, sendo 110,79% sobre o salário de cada operador. Assim o custo total mensal com salários seria de R\$4.472,75. E o novo tempo total de produção seria de 160 minutos. (TRABALHA BRASIL, 2018/ DUTRA, 2010).

Devido ao software SIMIO® ser uma versão gratuita, ele não aceita mais de 30 objetos no modelo, então, a etapa de secagem foi removida, porém seu tempo (10 minutos) foi adicionado na etapa anterior, etapa de adicionar o ingrediente diferencial (que possui um tempo de 20 minutos, assim, ficou com um tempo de 30 minutos).

Portanto, nas tabelas sobre os dados do SIMIO® não haverá dados no Cenário 1 referente a etapa de secagem.



Fonte: Elaborada pelos autores

Figura 03: Cenário 1

4.2. Cenário 2: aquisição de uma derreteira elétrica industrial

A proposta de aquisição de uma derreteira elétrica industrial é para diminuir o gargalo na etapa de derretimento. A derreteira proposta é da Marchesoni, cujo preço é de R\$629,90. Sendo capaz de derreter 5 Kg, possuindo duas cubas em aço 304, com 2,5 Kg cada. Além disso, também possui um controle de temperatura, onde o seu máximo é de até 120°C (MARCHESONI, 2018).

Com a aquisição da derreteira, seu funcionamento é mais rápido na parte do aquecimento da panela, ou seja, por possuir duas cubas, a quantidade de 3,6 Kg poderia ser dividida em

duas e o tempo de processamento seria de 35 minutos, pois possui voltagem de 220 V e consumo de energia de 0,75 hm/h.

Portanto, com a aquisição da derretedeira, o tempo total de produção seria de 150 minutos. A simulação deste cenário no SIMIO® foi a mesma do cenário atual, mudando apenas o tempo de processamento na etapa de derretimento e os resultados, por isso não foi inserida a imagem deste cenário, pois é a mesma da Figura 2.

4.3. Cenário 03: aquisição de uma derretedeira elétrica industrial e de uma máquina de embalar

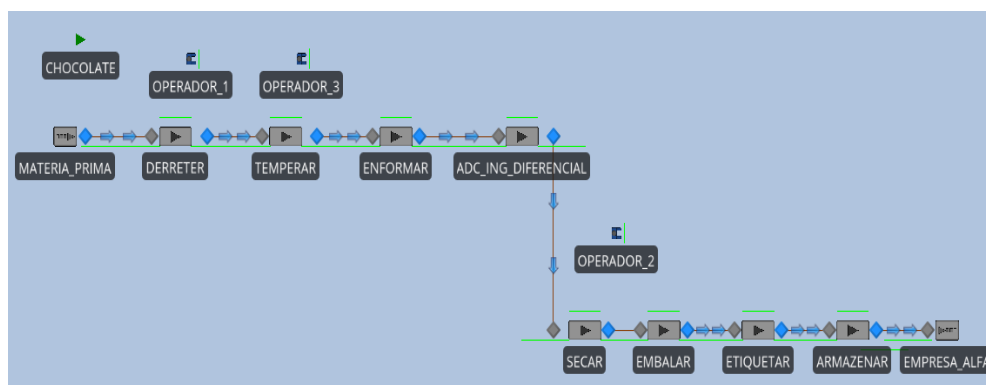
A proposta da aquisição da derretedeira é a mesma do cenário anterior. E a proposta de aquisição de uma máquina de embalar é para diminuir o gargalo na etapa de embalar. A máquina proposta é a embaladora horizontal Flow Pack, modelo MPfap, com comprimento de 2200 mm, altura de 1600 mm e largura de 800 mm, o qual caberia no layout da empresa Alfa (FAPACK, 2018).

A máquina é capaz de embalar até 120 unidades por minuto, sendo definido na linha de produção. E possui um custo de R\$37.900,00. Portanto, com a implementação deste cenário, o tempo total de produção seria de 106 minutos. E o investimento total seria de R\$38.529,90.

A simulação deste cenário no SIMIO® foi a mesma do cenário atual, mudando apenas o tempo de processamento na etapa de derretimento e de embalagem, e os resultados, por isso não foi inserida a imagem deste cenário, pois é a mesma da Figura 2.

4.4. Cenário 4: aquisição de uma derreteira elétrica industrial, de uma máquina de embalar e a contratação de 1 funcionário

A aquisição da derretedeira, juntamente com a máquina de embalar, possui as mesmas características e custos citados anteriormente e a contratação de mais um funcionário para a linha produção, possui um custo mensal de R\$1.060,95 mais os encargos, sendo de 110,79% sobre o salário, conforme Figura 4. Nesse sentido, a empresa teria um investimento de R\$38.529,90 mais o custo com o salário do funcionário de R\$2.236,38 mensalmente, porém o tempo total de produção seria reduzido para 106 minutos.



Fonte: Elaborada pelos autores

Figura 4: Cenário 4

4.5. Comparações dos cenários

As tabelas 2, 3, 4 e 5 apresentam os resultados obtidos no software SIMIO® de cada cenário. O combiner utilizado no cenário 1, serviu apenas de ligação das duas etapas de derretimentos com a etapa de temperamento, estes identificados na Tabela 2.

Etapas	Cenário atual	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4
Derretimento	99,98%	99,98%	99,99%	99,99%	99,99%
Temperamento	13,89%	30,56%	41,64%	41,64%	41,64%
Enformar	4,63%	10,18%	12,96%	12,96%	12,96%
Adc. Ing. Dif	18,52%	60,08%	51,85%	51,85%	51,85%
Secar	9,26%	-	25,78%	25,78%	25,83%
Embalar	40,51%	82,21%	84,12%	2,40%	2,41%
Etiquetar	11,11%	25%	25,76%	36,11%	36,11%
Armazenar	3,70%	8,33%	8,33%	12,04%	12,04%

Fonte: elaborada pelos autores

Tabela 02: Resultados do percentual de trabalho

Analisando a tabela, mesmo diminuindo o tempo de operação da etapa de derretimento, tal operação continuou sendo o gargalo, tendo o maior percentual de trabalho. Contudo, foi possível aumentar a produção em todos os cenários. Outro gargalo estudado a fim de diminuir, foi o da etapa de embalagem, o qual foi possível eliminar quando foi proposta a máquina de embalar, reduzindo em 94,07% nos cenários 3 e 4 em comparação com o cenário atual, estes identificados na Tabela 3.

Etapas	Cenário atual	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4
Derretimento	9	9	9	9	9
Temperamento	1,25	2,75	3,75	3,75	3,75
Enformar	0,42	0,92	1,17	1,17	1,17
Adc. Ing. Dif	1,67	5,41	4,67	4,67	4,67
Secar	0,83	-	2,32	2,32	2,32
Embalar	3,65	7,4	7,57	0,22	0,22
Etiquetar	1	2,25	2,32	3,25	3,25
Armazenar	0,333	0,75	0,75	1,08	1,08

Fonte: elaborada pelos autores

Tabela 03: Resultados do tempo de processamento (médias/horas)

Interpretando a tabela, a etapa de derretimento operou o tempo total de produção diário, sendo 9 horas, mesmo diminuindo seu tempo em 50% no cenário 1 e em 61,11% nos cenários 2, 3 e 4. Na etapa de embalagem houve aumento do tempo de processamento em 102,74% no cenário 1, após reduzir o tempo de derretimento em 50% e em 107,40% no cenário 2, após reduzir o tempo de derretimento em 61,11%. E nos cenários 3 e 4, foi possível reduzir o tempo de processamento em 93,97%, após a proposta da máquina e da derreteadeira elétrica industrial, estes identificados na Tabela 4.

Etapas	Cenário atual	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4
Derretimento	0,0015	0,0017	0,0012	0,0012	0,0012
Temperamento	7,75	6,25	5,25	5,25	5,25
Enformar	8,58	8,08	7,83	7,83	7,83
Adc. Ing. Dif	7,33	3,59	4,33	4,33	4,33
Secar	8,17	-	6,68	6,68	6,68
Embalar	5,35	1,6	1,43	8,78	8,78
Etiquetar	8	6,75	6,68	5,75	5,75
Armazenar	8,67	8,25	8,25	7,92	7,92

Fonte: elaborada pelos autores

Tabela 04: Resultados do tempo ocioso (média/horas)

Verificando a tabela, nos cenários atual, 1 e 2, os maiores tempos são nas etapas posteriores aos maiores gargalos, as etapas de derretimento e embalagem. Nos cenários 3 e 4, onde são propostas as máquinas de embalagens que realmente eliminam o gargalo, todas as etapas passam a maior parte do tempo ociosa, exceto a etapa de derretimento, estes identificados na Tabela 5.

Etapas	Cenário atual	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4
Derretimento	1	1	1	1	1
Temperamento	0	0	1	1	1
Enformar	0	0	0	0	0
Adc. Ing. Dif	0	1	0	0	0
Secar	0	-	1	1	1
Embalar	1	1	1	0	0
Etiquetar	0	0	1	0	0
Armazenar	0	0	0	0	0

Fonte: elaborada pelos autores

Tabela 05: Resultados de itens esperando para ser processados (unidades)

Observando a tabela, as filas se formam nos gargalos principais, na etapa de derretimento em todos os cenários, mesmo com as propostas apresentadas, e na etapa de embalagem nos cenários atual, 1 e 2 nos quais não foi proposta a máquina de embalar. O cenário que possui mais fila, é o cenário 2, devido a proposta da derretedeira, que reduziu tempo de derretimento em 61,11%, assim ocasionou filas na maioria das etapas seguintes.

O valor unitário do tablete é de R\$4,00 e possui um custo de R\$2,20, portanto o lucro unitário é de R\$1,80. No cenário atual são produzidos 4 lotes de 90 unidades durante às 9 horas/dia de trabalho, e para obter a receita, custo e lucro mensal, foram considerados 18 dias produzindo apenas o tablete, estes identificados na Tabela 6.

Etapas	Cenário atual	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4
Tempo de produção	205 minutos	160 minutos	150 minutos	106 minutos	106 minutos
Quant. de operadores	2	4	2	2	3
Quant. de máquinas novas	0	0	1	2	2
Investimento (único)	-	-	R\$ 629,90	R\$ 38.529,90	R\$ 38.529,90
Custo (mensal)	-	R\$ 4.472,75	-	-	R\$ 2.236,38
Quant. diária produzida (un)	360	810	810	1170	1170
Quant. mensal produzida (un)	6480	14580	14580	21060	21060
Aumento de produção	-	125%	125%	225%	225%
Receita de vendas (mensal)	R\$ 25.920,00	R\$ 58.320,00	R\$ 58.320,00	R\$ 84.240,00	R\$ 84.240,00
Despesas/custos (mensal)	R\$ 14.256,00	R\$ 32.076,00	R\$ 32.076,00	R\$ 46.332,00	R\$ 46.332,00
Lucro (mensal)	R\$ 11.664,00	R\$ 26.244,00	R\$ 26.244,00	R\$ 37.908,00	R\$ 37.908,00

Fonte: elaborada pelos autores

Tabela 06: Comparação dos cenários

Portanto, analisando todas as tabelas referentes ao SIMIO® e a tabela de comparação, no cenário 2 foi possível aumentar a produção em 125%, tendo um lucro mensal a mais de R\$14.580,00, com um investimento de R\$629,90 referente a derretedeira. O que foi melhor do que o cenário 1 que terá o mesmo percentual de aumento na produção e lucro, porém um custo maior, sendo R\$4.472,75 todos os meses com salários de operadores de produção.

Os cenários 3 e 4 tiveram o mesmo percentual de aumento na produção, sendo de 225% por mês, com um lucro de R\$26.244,00 a mais, porém o mais viável foi o cenário 3, o qual não possui custo com salário de funcionário a mais.

5. Considerações finais

O presente trabalho teve o objetivo de desenvolver um modelo de integração do MFV e os modelos de simulações no software SIMIO®. O MFV auxiliou no entendimento do processo de conversão do tablete e na identificação dos principais gargalos. Enquanto o software SIMIO® ajudou na interpretação dos dados nos cenários e a na viabilidade econômica de cada cenário.

A simulação dos cenários permitiu o estudo de quatro cenários, além do cenário atual. Permitindo a comparação, sem aplicar na realidade, não interrompendo a linha de produção.

Dos cenários propostos, os melhores cenários são o 2 e o 3. O cenário 2, com a aquisição de uma derretedeira, aumentou a produção em 125%, tendo um lucro mensal a mais de R\$14.580,00, e com o menor investimento de R\$629,90. O cenário 3 obteve um percentual de aumento na produção de 225% por mês, com um investimento de R\$ 38.529,90 e um lucro de R\$26.244,00 a mais.

O trabalho também mostrou a importância de se conhecer bem como ocorre o processo produtivo e identificar os principais gargalos, pois no cenário 4 teria um investimento maior e não aumentaria a produção de tabletes comparando com o cenário 3.

A empresa Alfa poderia começar adquirindo a derretedeira, aumentando a produção em 125% e conforme a demanda for aumentando, poderia adquirir a máquina de embalar, igual o cenário 3, com um aumento na produção de 225%, pois já teriam a derretedeira. Portanto, a empresa Alfa pode utilizar este trabalho como estratégia conforme a demanda for aumentando.

Referências

- ABICAB.** História. Disponível em: <<http://www.abicab.org.br/historia/>>. Acesso em: 18 maio 2018.
- ABICAB.** Balança comercial da categoria de chocolates. Disponível em: <<http://clientes.focoimg.com.br/abicab/storage/app/public/editor/15332391235b635f5374a99.pdf>>. Acesso em: 27 set. 2018.
- CHWIF, L.; MEDINA, A. C.** Modelagem e Simulação de Eventos Discretos: Teoria e Aplicações. 2. ed. São Paulo: Elsevier Brasil, 2008.
- DUTRA, René Gomes.** Custos: uma abordagem prática. 7 ed. São Paulo: Atlas S.A., 2010.
- FAPACK.** Orçamento- embaladora horizontal Flow Pack, modelo MPfap. Disponível em: <<http://www.fapackflowpack.com.br/>>. Acesso em 15 jun. 2018.
- GIL, Antonio Carlos.** Como elaborar projetos de pesquisas. 4 ed. São Paulo: Atlas S.A., 2002.
- MARCHESONI.** Derretedeira Industrial DR.2.251/252. Disponível em: <<https://marchesoni.com.br/produtos/derretedeira-industrial-dr-2-251252/>>. Acesso em: 18 jun. 2018.
- MONTEVECHI, J. A. B., PINHO, A. F. DE, LEAL, F.; MARINS, F. A. S.** Application of design of experiments on the simulation of a process in an automotive industry. In: Proceedings of the Winter Simulation Conference, Washington, DC, USA, 2007.
- OLIVEIRA, M. L. M.; MIRANDA, R.C.; MONTEVECHI, J. A. B.** Desenvolvimento de um projeto de simulação a eventos discretos em uma célula de controle de qualidade de uma empresa de alta tecnologia. In: Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional – XLII-SBPO, Bento Gonçalves - RS, 2009.



VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Ponta Grossa, PR, Brasil, 05 a 07 de dezembro de 2018

ROTHER, Mike; SHOOK, John. Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

TRABALHA BRASIL. Média salarial- operador de produção. Disponível em:
<<https://www.trabalhabrasil.com.br/media-salarial-para-operador-de-producao>>. Acesso em: 18 jun. 2018.

XIA, W. SUN, J. Simulation guided value stream mapping and lean improvement: A case study of a tubular machining facility. Journal of Industrial Engineering and Management, 2013.