Universidade Estadual de Maringá - UEM
Campus Sede - Paraná - Brasil
v. 01, n. 02: p. 66-75, 2014

Revista Produção Industrial & Serviços

SIMULAÇÃO DO SISTEMA IDEAL PARA LINHA DE PRODUÇÃO DE UMA FÁBRICA DE ENGRENAGENS

SIMULATION OF IDEAL SYSTEM FOR PRODUCTION LINE OF A FACTORY GEARS

Daniel Roberto Censi[1]

Gilberto Clóvis Antonelli[1*]

Guilherme Kendy Mauloni Suagawara[1]

[1]Universidade Estadual de Maringá – Centro de Tecnologia – Departamento de Engenharia de Produção - Maringá – Paraná.
*Autor para correspondência. E-mail: gcantonelli@uem.br

Resumo

Ferramentas de simulação de produção podem ser de grande utilidade para as empresas no intuito de otimizar os processos e os custos de produção. A ferramenta de simulação FlexSim permite visualizar diferentes cenários permitindo encontrar os gargalos, desperdícios de recursos e ociosidade definindo os melhores cenários para os processos de produção. O objetivo deste trabalho é aplicar o software FlexSim em um problema proposto de produção e apresentar soluções para otimizar os processos com ganhos de tempo e redução dos gargalos de produção. Com esta simulação foi possível obter um cenário ótimo de layout e processo de produção da fábrica de engrenagens. Para finalizar são apresentados os resultados e a simulação do cenário no software.

Palavras-chave: *simulação, produção, processo, gargalos.*

Abstract

Simulation tools of production can be useful for businesses in order to optimize processes and production costs. The FlexSim simulation tool allows to visualize different scenarios allowing you to find bottlenecks, waste of resources and idle setting the best scenarios for production processes. The objective of this work is to apply the proposed FlexSim software in a production problem and present solutions to optimize processes with time efficiency and reducing production bottlenecks. With this simulation it was possible to get a great scenario layout and production process of the factory gears. To finalize the results and the simulation scenario in software are presented.

Key-words: *simulation, production, process, battlenecks.*

1. Introdução

Com a economia cada vez mais dinâmica e a concorrência acirrada em todos os setores, é necessário que as empresas invistam em inovação tanto nos seus produtos quanto nos processos de produção. Além dos resultados econômicos recentes que levam as empresas a diminuir seus custos e buscar saídas para manter ou aumentar a lucratividade.

> A produção industrial do Paraná caiu 0,5% em setembro, no comparativo com o mês anterior, segundo a Pesquisa Industrial Mensal Regional - Produção Física (PIM-PF), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Com o resultado, a produção da indústria paranaense teve variação positiva de 2,8% no trimestre em razão do ganho de 9,4% em julho e agosto. Na média nacional, a produção do setor fabril recuou 0,2% em setembro. No País, seis dos quatorze locais pesquisados apresentaram diminuição no ritmo industrial. Os ramos que influenciaram negativamente o desempenho do Paraná foram a fabricação produtos químicos, alimentos, máquinas e equipamentos, minerais não metálicos, derivados de petróleo e de biocombustíveis, madeira, metal e veículos automotores. No comparativo com o mesmo mês do ano passado, em setembro o setor fabril paranaense apontou recuo de 6,9%, frente contração de 2,1% para o Brasil. Os setores que afetaram o desempenho da indústria no Estado foram veículos (-24,0%); máquinas e equipamentos (-16,4%); produtos químicos (-10,9%); e produtos alimentícios (-7,9%) (AGÊNCIA PARANÁ DE NOTÍCIAS, 2014).

O estudo da Simulação dos cenários pode auxiliar as empresas melhorando sua competitividade no mercado. Segundo Prado (2004, p. 18) a Simulação "é uma técnica que permite imitar o funcionamento de um sistema real".

> Um modelo de simulação pode ajudar a entender como um sistema funcionam como um todo, em relação a como se pensa que o sistema opera individualmente. Novos equipamentos, *layouts*, sistemas de transporte, etc..., podem ser testados sem se comprometer recursos na sua aquisição. Hipóteses sobre como e porque certos fenômenos ocorrem podem ser testados visando verificar sua praticabilidade (SANTOS, 1999, p. 02).

A necessidade de se utilizar um sistema de simulação quando identifica-se um cenário específico, é justificada pela inviabilidade da interferência com o sistema real, onde alterar o sistema sem ter a certeza de sucesso significa alto risco de prejuízo (PRADO, 2004, p. 98).

A seguir será apresentada a modelagem do processo de produção em uma fábrica de engrenagens, os resultados obtidos no cenário ótimo e a análise destes resultados.

2. Contextualização

A fábrica em questão trabalha com diferentes tipos de peças e com diferentes máquinas para fazer o processamento de cada peça. Será simulada a produção de 5 destas peças de engrenagens. As peças dão entrada no sistema seguindo uma distribuição

exponencial média de 80 segundos. A proporcionalidade da produção das peças segue a relação a seguir:

a) Peça 1: 20%;

b) Peça 2: 10%;

c) Peça 3: 30%;

d) Peça 4: 15%;

e) Peça 5: 25%.

Para a produção destas peças a empresa utiliza 4 setores: Tornos (setor 1), Fresas (setor 2), Retificas (setor 3), Plainas (setor 4).

Cada engrenagem possui um processo de produção específico, conforme segue o Quadro 1.

Quadro 1 – Processo de produção

Peça	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4	Etapa 5
Peça 1	Setor 2	Setor 4	Setor 1	Setor 3	Inspeção
Peça 2	Setor 1	Setor 3	Setor 2	Setor 4	Inspeção
Peça 3	Setor 1	Setor 2	Setor 3	Inspeção	
Peça 4	Setor 2	Setor 4	Setor 1	Inspeção	
Peça 5	Setor 4	Setor 2	Setor 1	Setor 3	

Fonte: Autoria própria (2011)

Em cada setor várias máquinas processam as peças que chegam, conforme os tempos de *setup* e processamento dispostos na Tabela 1.

Tabela 1 – Processamento das peças

	Setor 1		Setor 2		Setor 3		Setor4	
	setup	processo	setup	processor	setup	processo	setup	processo
Peça 1	45	duniform(300,330)	40	triangular (200, 230, 210)	20	normal (250, 15)	15	normal (130,8)
Peça 2	35	duniform(250,260)	45	normal (220, 10)	25	triangular (180, 220,195)	25	normal (320,20)
Peça 3	40	triangular (270, 300, 280)	30	duniform(250, 265)	25	normal (190, 8)	------	
Peça 4	30	duniform(220,330)	35	duniform(150, 165)	-----	----------	20	triangular (180, 210,200)
Peça 5	35	normal (330, 300)	45	normal (160, 10)	30	duniform (250, 270)	25	normal (250, 15)

Fonte: Autoria própria (2014)

A inspeção das peças independe do tipo de engrenagem e segue uma normal (40,15). Após a inspeção, as peças boas seguem para a expedição, saindo do sistema. Das peças que passam pela inspeção, 7% são reprovadas e encaminhadas para o setor de refugo, deixando o sistema.

O objetivo da simulação é determinar qual o número de máquinas ideal em cada setor para diminuir o *leadtime* de produção e reduzir possíveis gargalos. Para atingir esse número, a simulação foi rodada em 4 modelos diferentes. A cada modelo, um setor será estudado, variando o número de máquinas nele, nos demais o número de máquinas considerado será

alto, para que estes setores não representem nenhum gargalo e permitam o completo funcionamento do setor que está sendo estudado.

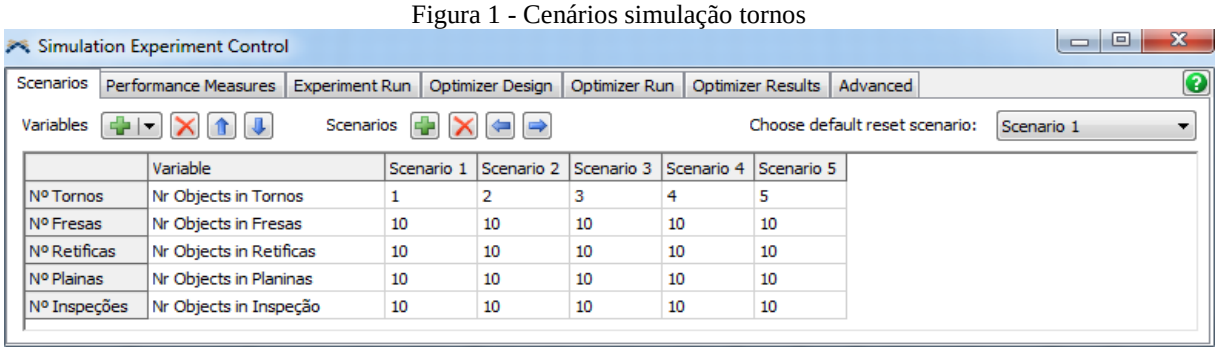
Todos os modelos foram simulados por um período de 30000 segundos contando com um tempo de aquecimento (*warrmup*) antes de coletar os resultados de 1000 segundos. Deste modo, as estatísticas foram coletados por um período de 29000 segundos (aproximadamente 8 horas).

3. Resultados e discussões

Foi determinada a quantidade ideal de cada máquina para a produção da empresa conforme os resultados apresentados das simulações.

Para determinar o número de tornos, a simulação compreendeu os dados da Figura 1 e as variáveis Fila e Ocupação apresentadas na Figura 2.

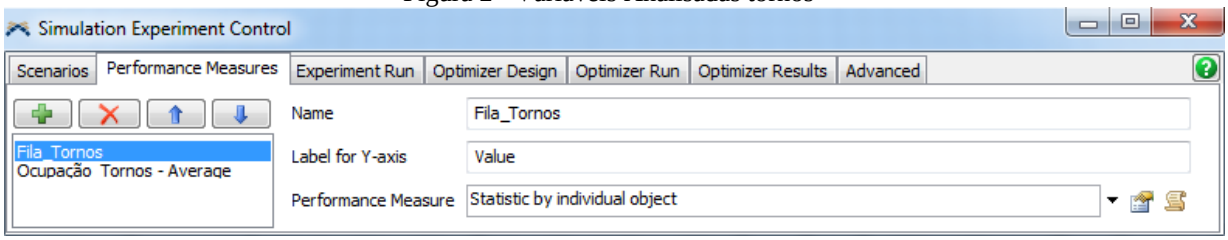
Figura 1 - Cenários simulação tornos



	Variable	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4	Scenario 5
Nº Tornos	Nr Objects in Tornos	1	2	3	4	5
Nº Fresas	Nr Objects in Fresas	10	10	10	10	10
Nº Retificas	Nr Objects in Retificas	10	10	10	10	10
Nº Plainas	Nr Objects in Planinas	10	10	10	10	10
Nº Inspeções	Nr Objects in Inspeção	10	10	10	10	10

Fonte: Autoria própria (2014)

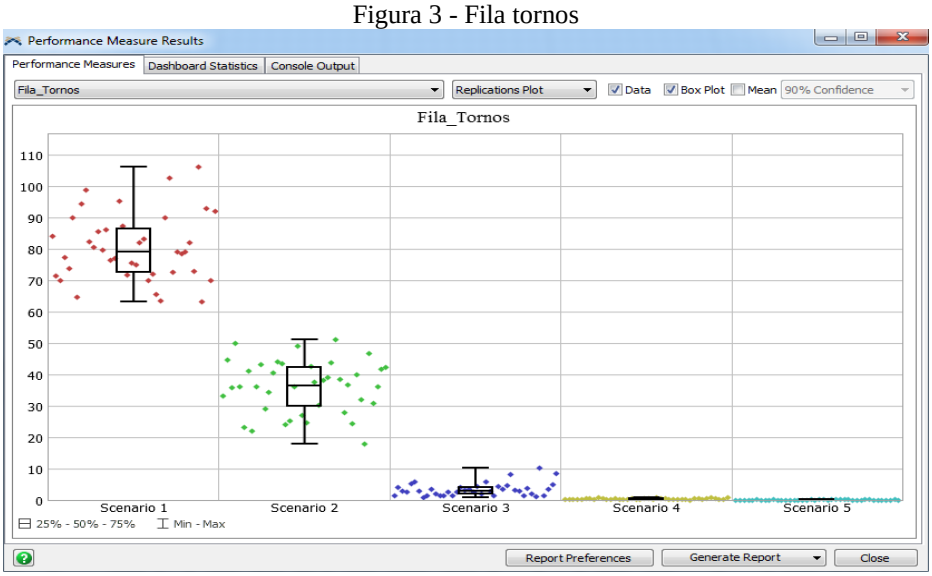
Figura 2 - Variáveis Analisadas tornos



Fonte: Autoria própria (2014)

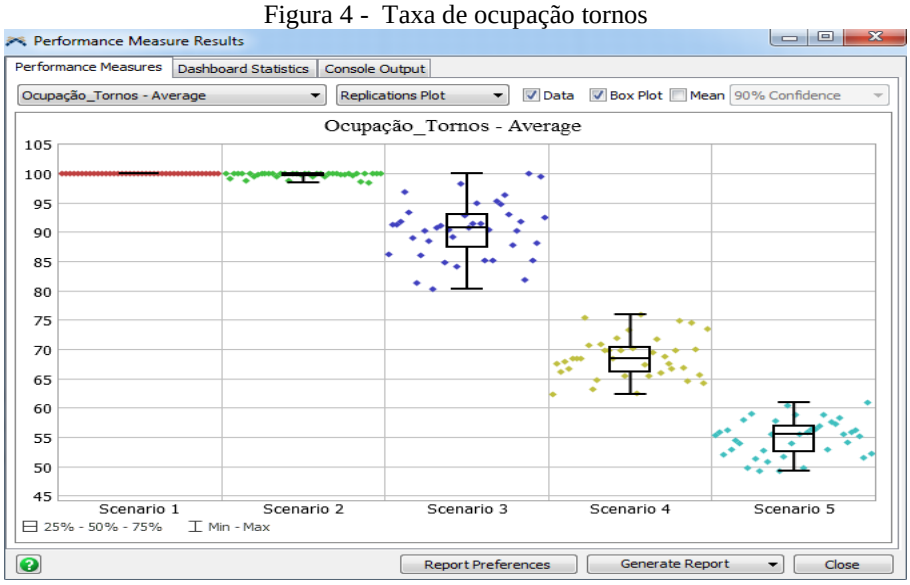
Os resultados gerados pela simulação, como as filas e as taxas de ocupação em cada um dos cenários, seguem nas Figuras 3 e 4.

Figura 3 - Fila tornos



Fonte: Autoria própria (2014)

Figura 4 - Taxa de ocupação tornos

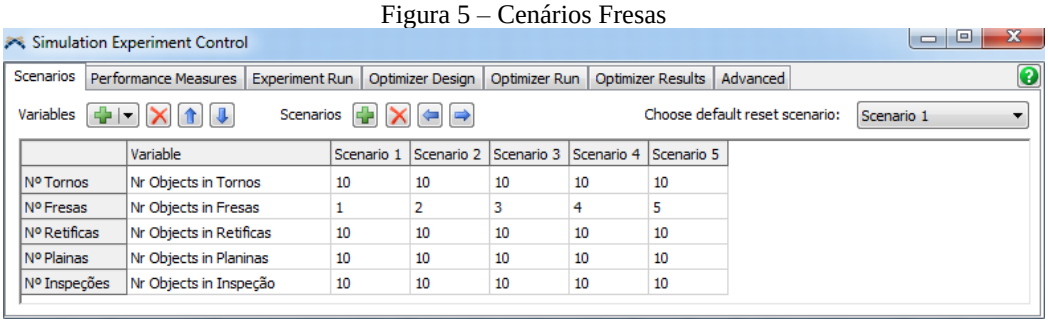


Fonte: Autoria própria (2014)

O melhor cenário conforme analisado no software é o cenário 4 pois não gera nenhuma fila e tem boa taxa de ocupação.

Para determinar o número ideal de fresas os cenários utilizados compreendem os dados da Figura 5 e as variáveis apresentadas na Figura 6.

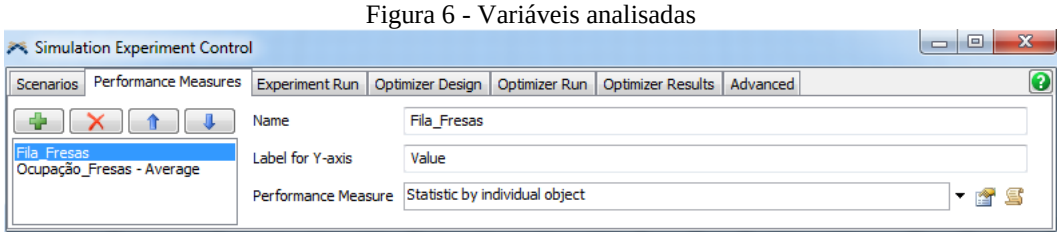
Figura 5 – Cenários Fresas



	Variable	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4	Scenario 5
Nº Tornos	Nr Objects in Tornos	10	10	10	10	10
Nº Fresas	Nr Objects in Fresas	1	2	3	4	5
Nº Retificas	Nr Objects in Retificas	10	10	10	10	10
Nº Plainas	Nr Objects in Planinas	10	10	10	10	10
Nº Inspeções	Nr Objects in Inspeção	10	10	10	10	10

Fonte: Autoria própria (2014)

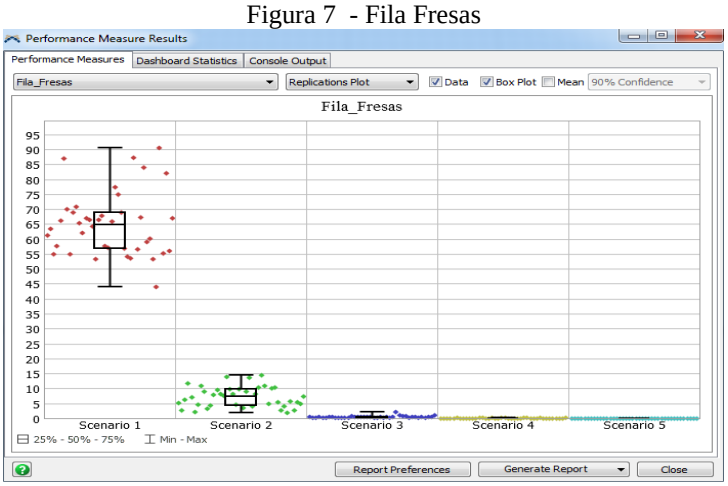
Figura 6 - Variáveis analisadas



Fonte: Autor

Os resultados nos diferentes cenários das fresas estão representados na Figura 7.

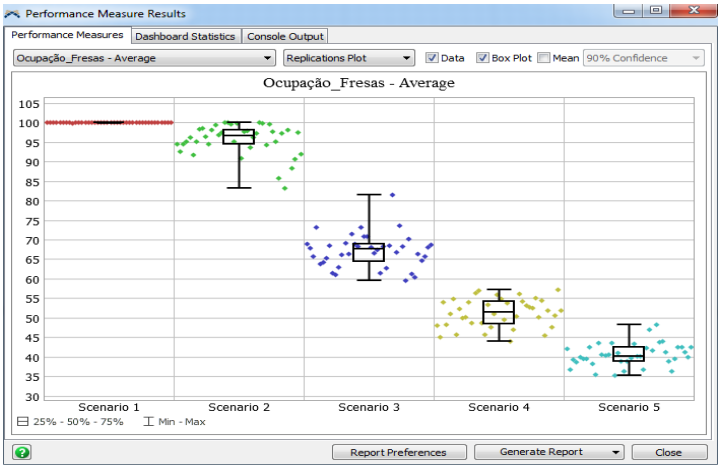
Figura 7 - Fila Fresas



Fonte: Autoria própria (2014)

As taxas de ocupação nos cenários das fresas estão representados no Figura 8.

Figura 8 – Taxa de ocupação Fresas

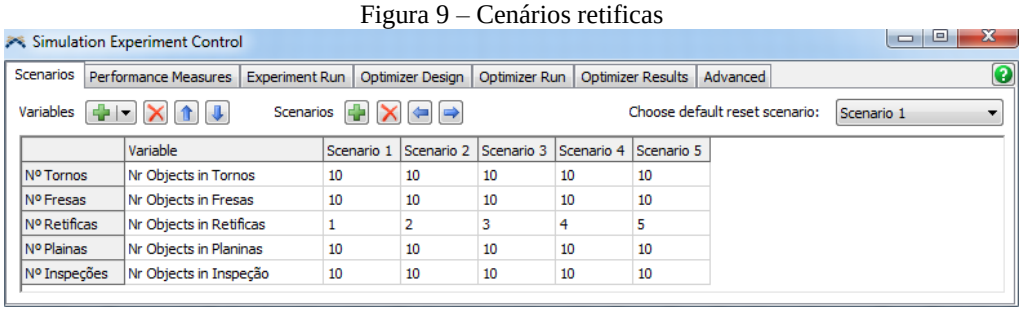


Fonte: Autoria própria (2014)

Segundo os resultados apresentados pelo software, segundo as filas geradas e as taxas de ocupação, o melhor cenário é o cenário 3.

Para a determinação do número ótimo de retificas, seguem os dados apresentados na Figura 9 nos diferentes cenários e a Figura 10 apresenta as variáveis analisadas.

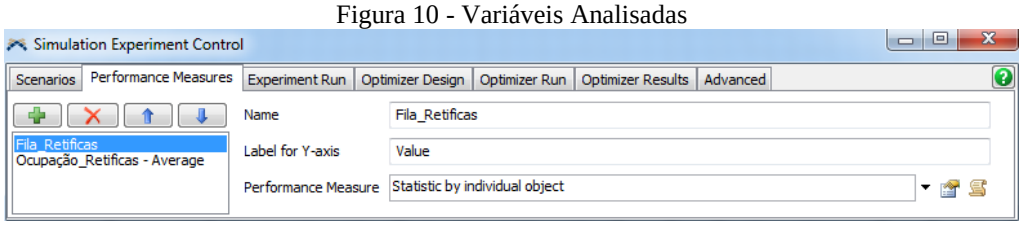
Figura 9 – Cenários retificas



	Variable	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4	Scenario 5
Nº Tornos	Nr Objects in Tornos	10	10	10	10	10
Nº Fresas	Nr Objects in Fresas	10	10	10	10	10
Nº Retificas	Nr Objects in Retificas	1	2	3	4	5
Nº Plainas	Nr Objects in Planinas	10	10	10	10	10
Nº Inspeções	Nr Objects in Inspeção	10	10	10	10	10

Fonte: Autoria própria (2014)

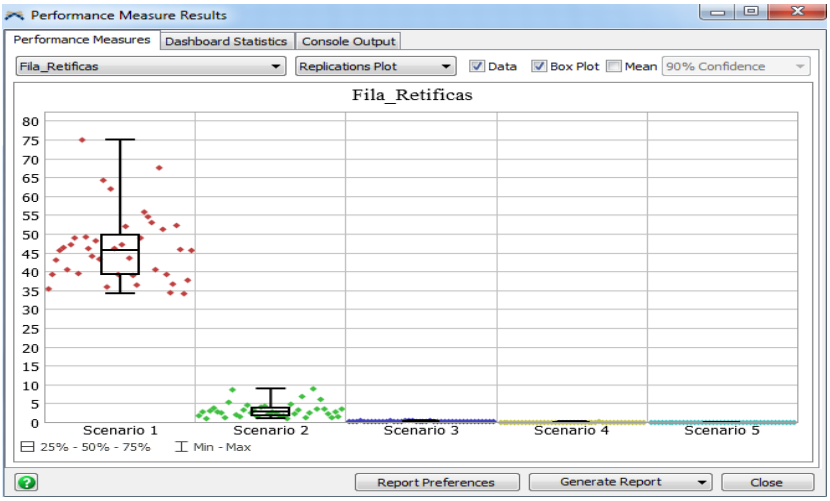
Figura 10 - Variáveis Analisadas



Fonte: Autoria própria (2014)

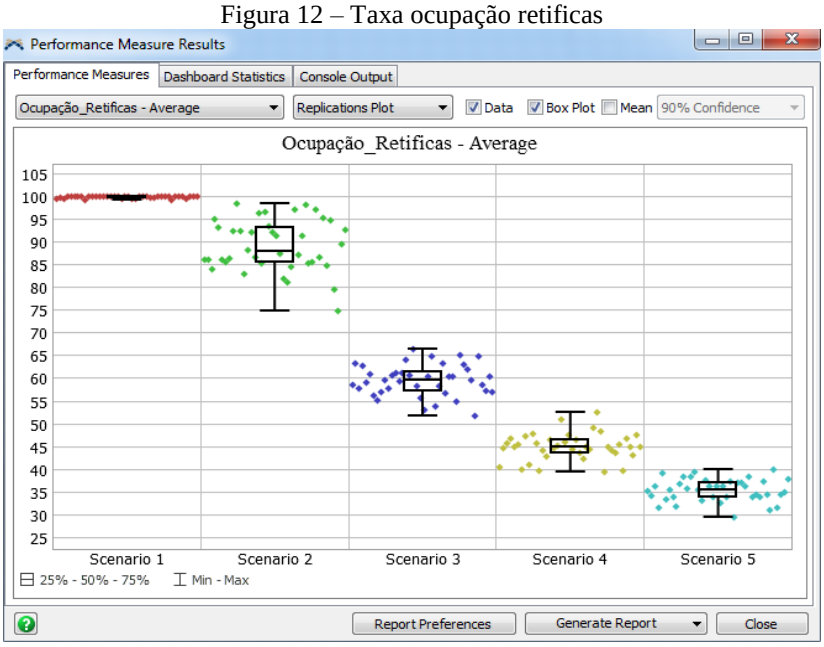
A simulação dos cenários para as retificas gerou os resultados de filas apresentados na Figura 11 e a taxa de ocupação em cada cenário apresentada na Figura 12.

Figura 11 – Fila retificas



Fonte: Autoria própria (2014)

Figura 12 – Taxa ocupação retificas

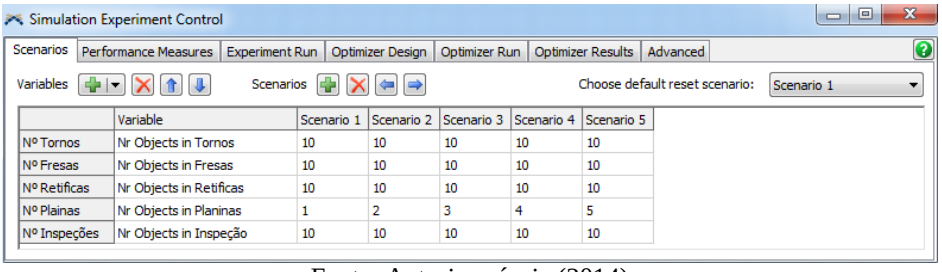


Fonte: Autoria própria (2014)

Segundo os resultados apresentados pelas simulação o melhor cenário é o segundo.

Para determinar o número ideal de plainas, os dados utilizados estão dispostos na Figura 13 e as variáveis analisadas na Figura 14.

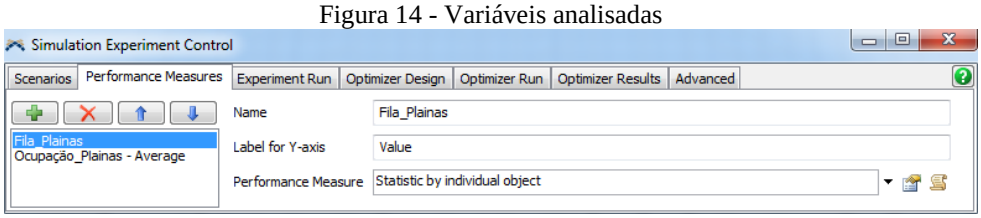
Figura 13 – Cenários plainas



	Variable	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4	Scenario 5
Nº Tornos	Nr Objects in Tornos	10	10	10	10	10
Nº Fresas	Nr Objects in Fresas	10	10	10	10	10
Nº Retificas	Nr Objects in Retificas	10	10	10	10	10
Nº Plainas	Nr Objects in Planinas	1	2	3	4	5
Nº Inspeções	Nr Objects in Inspeção	10	10	10	10	10

Fonte: Autoria própria (2014)

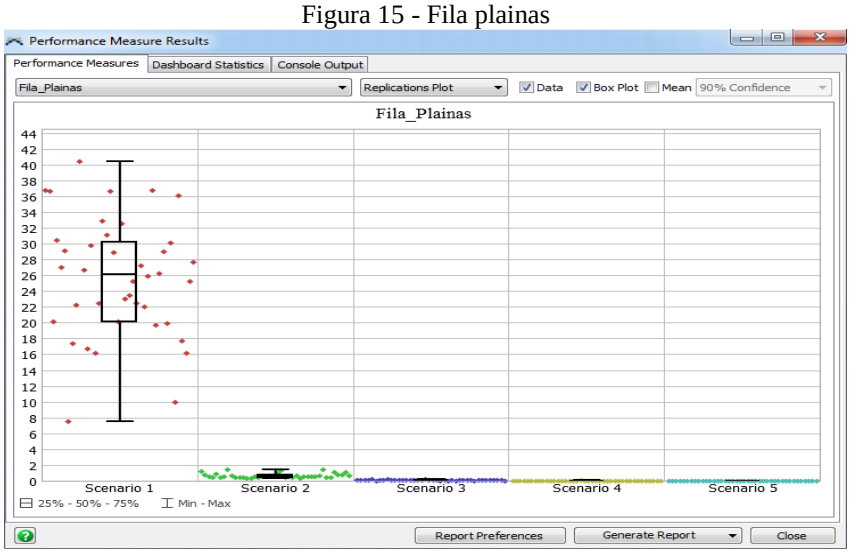
Figura 14 - Variáveis analisadas



Fonte: Autoria própria (2014)

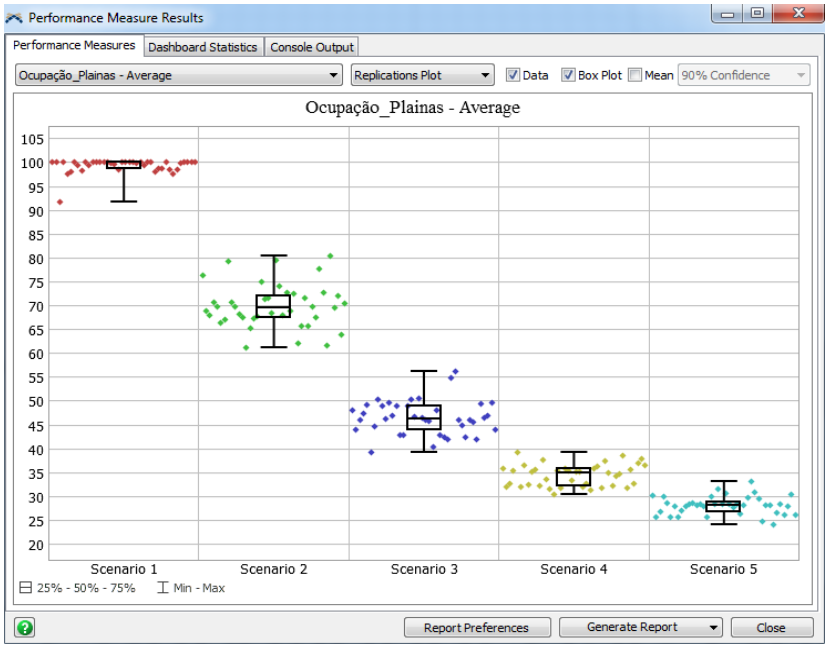
Os resultados da simulação dos cenários das plainas estão nas Figuras 15 e 16.

Figura 15 - Fila plainas



Fonte: Autoria própria (2014)

Figura 16 – Taxa ocupação plainas



Fonte: Autoria própria (2014)

Segundo os resultados apresentados pela simulação o melhor cenário para o número de plainas é o cenário 2.

4. Conclusão

Conforme a análise dos resultados apresentados nos diferentes cenários simulados, a quantidade de máquinas para um cenário ideal de produção seria: Tornos: 4; Fresas: 3; Retífica: 2 e Plainas: 2.

A ferramenta *FlexSim* utilizada para simulação permitiu visualizar os diferentes cenários dos processos de produção, cumprindo seu objetivo que é evitar interferência nos sistemas reais e mudanças empíricas sem a certeza do sucesso, diminuindo o risco de prejuízos. Foram encontrados os gargalos e *lead time* dos produtos nos processos, sendo possível escolher as quantidades ideais das máquinas para a produção.

Referências

AGÊNCIA PARANÁ DE NOTÍCIAS. **Produção da indústria paranaense perde fôlego em setembro**. Disponível em: <http://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=81995>. Acesso em: 17 nov. 2014.

PRADO, Darci. **Teoria das Filas e da Simulação**. Série Pesquisa Operacional 2. v. 2. p.116, 2004.

SANTOS, M. P. **Introdução à Simulação Discreta.** 1999, 149p. Departamento de Matemática Aplicada - Instituto de Matemática e Estatística. Universidade Estadual do Rio de Janeiro.