

Comparação de fornecedores de material metalúrgico por meio de simulação computacional¹

Alexandre Cardoso¹

Gabriel Bender Contino²

João Paulo Correia da Silveira³

Roger Prates⁴

Wagner Lourenzi Simões⁵

Resumo: A competitividade na indústria metalúrgica tem se tornado cada vez maior, buscar por soluções que reduzam os custos produtivos, bem como melhorem os tempos de resposta da empresa às variações de demanda e aumente a sua capacidade são vitais para atendimento da demanda, proteção contra concorrentes e consequente crescimento. A simulação é uma ferramenta que nos proporciona a criação de cenários com o propósito de se obter dados que suportem tomadas de decisão no âmbito das organizações. O presente artigo faz uso da simulação para a avaliação de custos e a diferença em termos de lucro ao se operar uma linha de produção com duas matérias-primas de origem distinta. Ambas matérias-primas possuem como característica crítica de qualidade a dureza do material, porém a empresa lida com um novo fornecedor que embora tenha um preço menor não consegue atender bons níveis de variabilidade da dureza do material, incorrendo em custos secundários ao processo. Dois modelos de simulação computacional de eventos discretos foram construídos para avaliar os custos e receita gerada pela linha de produção pelo período simulado de um trimestre utilizando-se o software FlexSim. Os resultados obtidos indicam que o fornecedor antigo, embora ofereça um preço maior, gera menores custos sistêmicos durante a operação do processo, o que ao final do trimestre garante um resultado muito superior ao atual fornecedor. Os dados revelam que a capacidade produtiva da empresa pode ser aumentada em cerca de 77% ao se utilizar a matéria-prima de maior qualidade e que, com as reduções de custos sistêmicos, o lucro líquido pode ser aumentado.

¹ . Centro Universitário Cesuca. Graduando do curso de Engenharia de Produção. E-mail: santosalexandre84@yahoo.com.

² . Centro Universitário Cesuca. Graduando do curso de Engenharia de Produção. E-mail: bendergabriel_@hotmail.com.

³ . Centro Universitário Cesuca. Graduando do curso de Engenharia de Produção. E-mail: jpcdasilveira@hotmail.com.

⁴ . Centro Universitário Cesuca. Graduando do curso de Engenharia de Produção. E-mail: roger_prates12@hotmail.com.

⁵ Centro Universitário Cesuca. Docente do curso de Engenharia de Produção. E-mail: wagner.lourenzi@cesuca.edu.br.

Palavras-chave: Simulação; Seleção de fornecedores; Usinagem.

1 INTRODUÇÃO

A empresa metalúrgica objeto deste estudo, atua no ramo de usinagem de moldes e matrizes para artefatos de vidro. Com mais de 20 anos em atividade, a empresa se dedica na produção de moldes fabricados em liga especial de ferro fundido e bronze, que podem ser aplicados tanto na produção de artefatos de vidro pelo processo de sopro como também pelo processo de prensagem. Quando confeccionados com matéria-prima de alta qualidade, e profissionais capacitados, os moldes em ferro fundido apresentam alta resistência, excelente durabilidade e possuem maior vida útil comparados com os moldes produzidos em processo de fundição contínua.

Para que haja um aproveitamento total na linha de produção, um importante fator é a matéria prima, pois necessita ser de ótima qualidade para que seja entregue o produto da melhor forma possível ao cliente final. O presente trabalho tem como ambiente de análise, a linha de produção de uma metalúrgica localizada na região metropolitana de Porto Alegre. A empresa lida com a alta variabilidade da dureza do material que vem sendo entregue pelos fornecedores.

Atualmente a matéria prima é fornecida por um fornecedor, com sede em outro estado, cujo material vem apresentando de qualidade. Porém, há algum tempo, a mesma matéria prima era entregue por outra empresa. O objetivo geral deste estudo de caso é analisar uma das linhas de produção da empresa, a fim de observar a existência de gargalo e evidenciar os dados de custo e tempo de usinagem decorrentes da variabilidade do material utilizado, para que uma tomada de decisão de escolha de fornecedor de matéria prima seja efetuada de forma mais segura para a empresa. Isto se deu por meio da simulação de dois cenários e verificação das possibilidades de aumento da capacidade de produção de cada uma das matérias primas fornecidas pelas empresas em análise.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção são apresentados os fundamentos teóricos que sustentam o estudo realizado.

2.1 TOMADE DE DECISÃO

A tomada de decisão ocorre em reação a um problema. Um problema existe quando se verifica uma discrepância entre o estado atual das coisas e seu estado desejável (ROBBINS, 2002). Maximiano (2009, p.58) afirma que decisões são tomadas para resolver problemas ou aproveitar oportunidades.

[...] O processo de tomar decisão começa com uma situação de frustração, interesse, desafio, curiosidade ou irritação. Há um objetivo a ser atingido e apresenta-se um obstáculo, ou acontece uma condição que se deve corrigir, ou está ocorrendo um fato que exige algum tipo de ação, ou apresenta-se uma oportunidade que pode ser aproveitada.

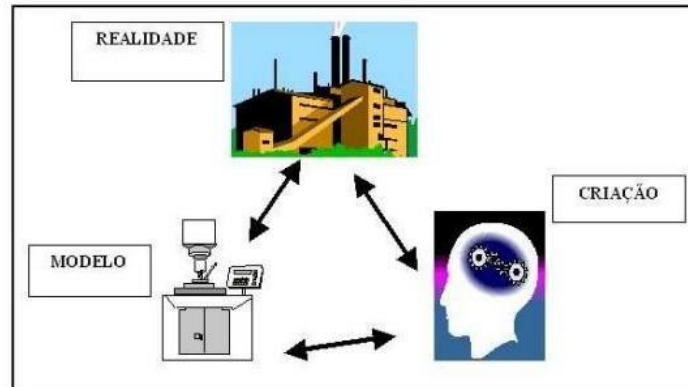
Porter (1986) defende que, no ambiente competitivo, um dos fatores que determina o diferencial das empresas é a forma como a informação é utilizada. Desta maneira, a estreita sintonia entre a informação e as escolhas dos administradores favorecerá o processo decisório.

2.2 SIMULAÇÃO

A simulação de sistemas segundo Chung (2004), é o processo de criar e experimentar um sistema por meio de um modelo matemático computadorizado. Este sistema pode ser definido como o conjunto de componentes ou processos, que interagem e que recebem entradas e oferecem resultados para algum propósito.

As informações geradas auxiliam nas tomadas de decisão e contribuem para uma melhor compreensão do sistema estudado (COSTA, 2002). Ela não é uma ferramenta mágica que substitui o trabalho de interpretação humano, mas sim uma ferramenta poderosa, capaz de fornecer resultados para uma análise mais elaborada a respeito da dinâmica do sistema. Desta maneira, a simulação permite uma interpretação mais profunda e abrangente do sistema estudado (DUARTE, 2003).

Figura 1 – Realidade x Modelo



Fonte: Duarte (2003)

Para Law (2007), há algumas vantagens da simulação computacional que devemos destacar.

[...] algumas vantagens da simulação são: às vezes é o único tipo de investigação de sistemas mais complexos com elementos estocásticos, que não podem ser representados por um modelo matemático analítico; permite estimar o desempenho de um sistema existente sob um conjunto de operações projetadas; possibilita manter um controle muito maior sobre as condições experimentais; permite estudar um sistema controlando o tempo, comprimido ou expandido, de tal forma que as alternativas propostas de análise de sistemas (ou políticas operacionais para um único sistema) podem ser comparadas através da simulação para identificar qual delas melhor atende a um requerimento específico.

2.3 SELEÇÃO DE FORNECEDORES

A seleção de fornecedores por uma empresa é um evento decisivo para o seu sucesso. Várias metodologias relacionadas à seleção de contratantes, projetistas e subcontratadas têm sido desenvolvidas nos últimos anos, o que mostra a importância do tema (ALENCAR, 2007). Smith (1991) afirma existirem dois métodos para seleção de fornecedores: a licitação competitiva e a negociação. Em ambos os casos, o critério geralmente utilizado para seleção é o preço.

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2007), as organizações podem concorrer em custo, qualidade do produto, flexibilidade (capacidade de fornecer uma gama ampla de produtos distintos) e tempo (agilidade no atendimento de um pedido do cliente).

Ao medir o desempenho de fornecedores no que se refere à qualidade, preço, atendimento, inovação tecnológica, processos, saúde financeira, entre outros, passa a ser vital para as empresas, à medida que problemas nos fornecedores podem afetar profundamente as empresas dependentes. (DEIMLINGE, 2008)

3 METODOLOGIA

A metodologia foi elaborada com base em dados reais de uma empresa metalúrgica, utilizando a abordagem quali-quantitativa. Pesquisa de caráter descritivo e de natureza aplicada, onde o interesse pela aplicação prática é visto como o foco principal.

Os dados foram coletados pelos autores e também colaboradores da empresa, especificações das matérias primas fornecidas por cada um dos fornecedores em questão e consulta a fontes documentais. Por meio disso foi realizada a devida análise e interpretação dos resultados. Como método, utilizou-se a pesquisa bibliográfica, elaborada com base em materiais já publicados, como livros, dissertações e também em materiais disponibilizados na internet e o estudo de caso.

Com o auxílio do simulador computacional FlexSim foi possível simular os cenários sobre cada fornecedor separadamente, de forma que se pudesse chegar a resultados concretos da atual situação da empresa comparando um ao outro, em relação ao tempo de entrada de peças até a saída (processamento).

Foram destacados dois setores importantes do processo para fazer a simulação dos cenários do fornecedor 1 e fornecedor 2.

SETOR DE TORNO

Desbaste da cabeça;
Desbaste do perfil;
Acabamento da cabeça;
Acabamento do perfil.

SETOR DE CENTRO DE USINAGEM

Desbaste de Plano;
Acabamento de Plano;
Furação VFW;
Aletas semicirculares e transversais;

4 ANÁLISE DE DADOS

Uma vez que se busca neste estudo evidenciar e avaliar os impactos da variabilidade do material nos processos da empresa, foram coletados dados de tempos de ciclo nos diversos

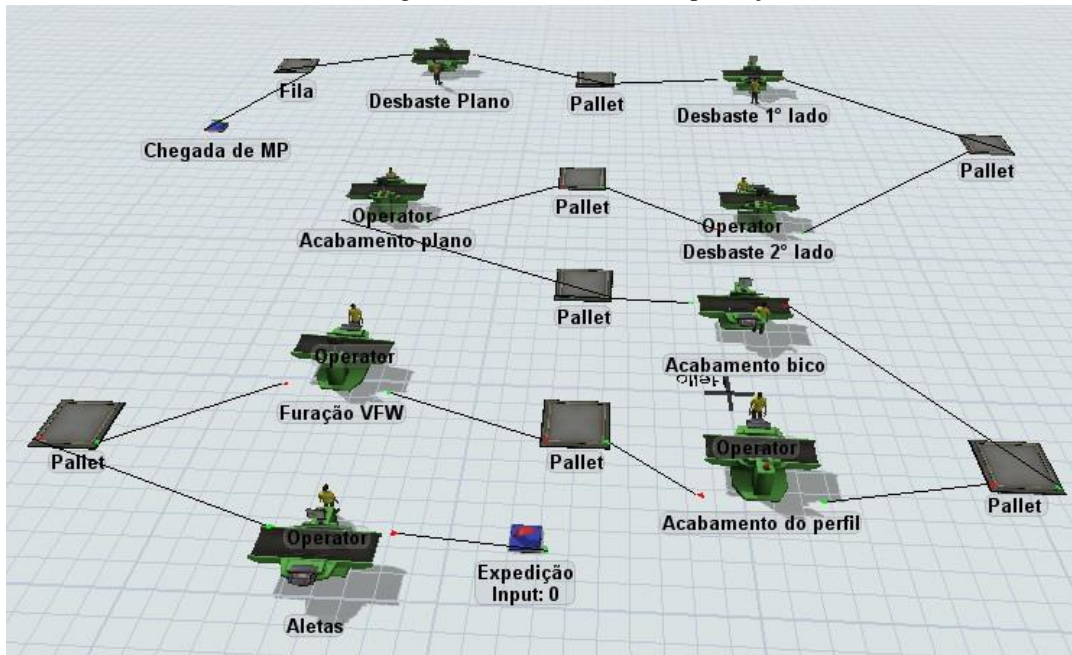
C o m p l e x o d e E n s i n o S u p e r i o r d e C a c h o e i r i n h a

processo de transformação que compõem todo o processo de usinagem dos moldes. Tais dados serviram como base para a construção do modelo de simulação utilizado na avaliação e comparação dos processos. Os dois modelos utilizados representam o mesmo processo e as mesmas operações, diferenciando-se apenas pelos tempos de operação, coletados a partir de lotes separados que utilizavam matéria-prima exclusivamente fornecida por um e outro fornecedor avaliado. A partir da coleta de tempos foi extraída a média e desvio padrão de cada processo, bem como checada a aderência da distribuição do processo a distribuições estatísticas teóricas. Todos os tempos coletados possuem distribuição aderente à distribuição normal.

O processo simulado consiste na sequência dos seguintes processos: Chegada de Matéria prima; Desbaste do Plano; desbaste 1º lado; Desbaste 2º lado; Acabamento do plano; Acabamento do bico; Acabamento do perfil; Furação VFW; Aletas; Expedição, conforme apresentado na Figura 2.

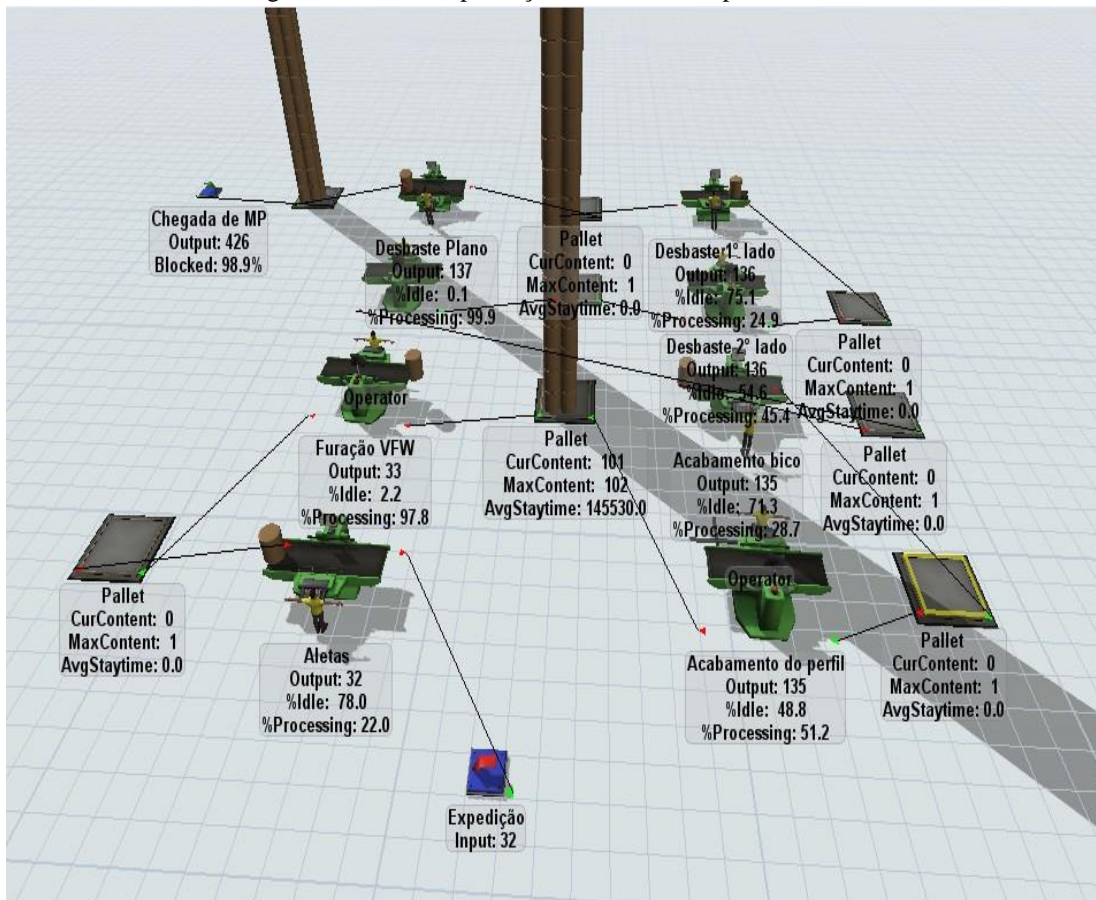
Para a construção e comparação dos cenários foi simulada a produção de um trimestre, considerando 5 dias de produção por semana com 24 horas trabalhadas por dia (3 turnos). Os dados foram coletados apenas após o fim do período de *warmup* do modelo, estando o sistema simulado em estado estacionário. Foram realizadas 30 replicações para cada cenário a fim de se coletar os resultados médios obtidos por cada um. De modo a manter o sigilo, os fornecedores serão denominados Fornecedor 1 e Fornecedor 2, os respectivos modelos para cada um dos cenários são apresentados nas Figuras 3 e 4.

Figura 2 – Planta da linha de produção.



Fonte: Autores (2019).

Figura 3 – Linha de produção com a matéria prima Fornecedor 1.



Fonte: dados da empresa (2019).

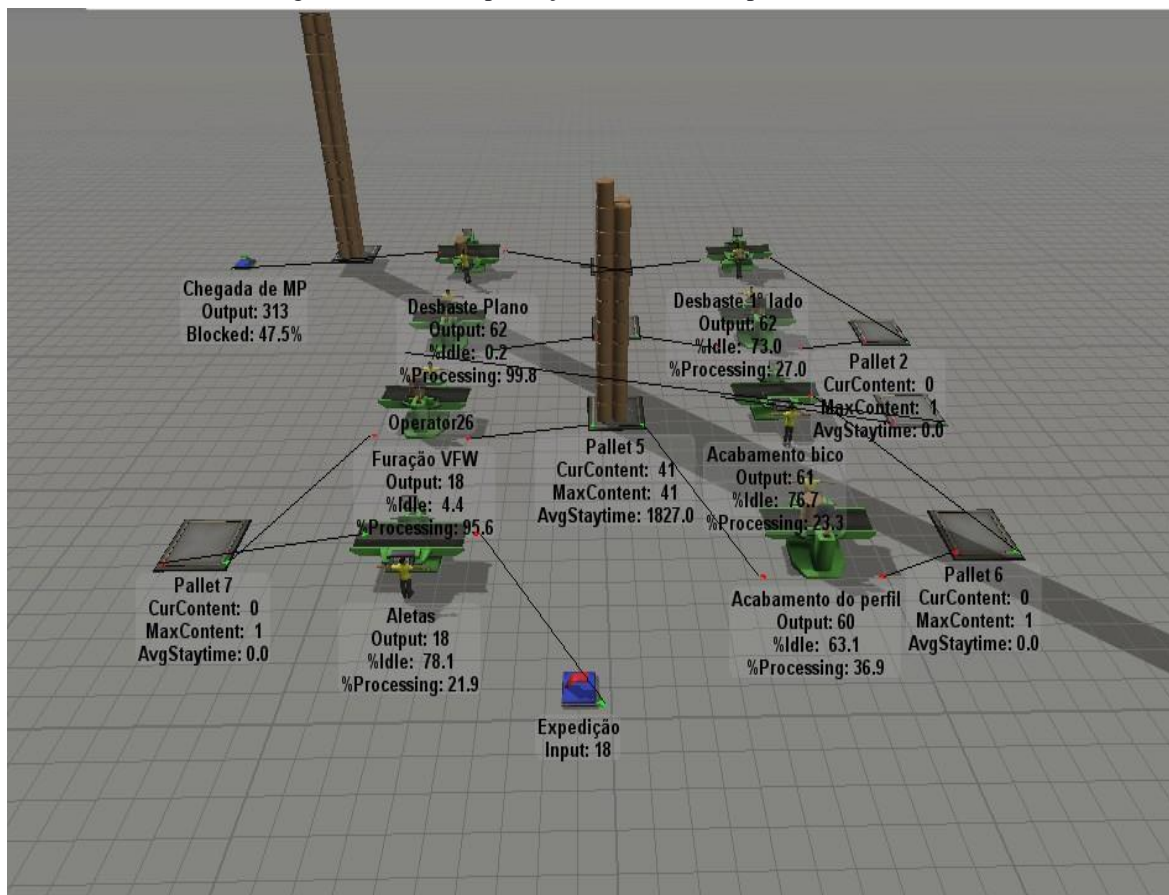
A Tabela 1 apresenta os tempos médio coletados e utilizados para o modelo correspondente ao Fornecedor 1.

Tabela 1 – Processos na linha de produção

| Processo | Tempo (min) |
|----------------------|-------------|
| Desbaste do Plano | 48 |
| Desbaste 1º lado | 12 |
| Desbaste 2º lado | 22 |
| Acabamento do plano | 24 |
| Acabamento do bico | 14 |
| Acabamento do perfil | 25 |
| Furação VFW | 195 |
| Aletas | 45 |
| Total | 385 |

Fonte: dados da empresa (2019).

Figura 4 – Linha de produção com a matéria prima Fornecedor 2.



Fonte: dados da empresa (2019).

A Tabela 2 apresenta os tempos médios coletados para a construção do modelo que representa a produção com o material do Fornecedor 2.

Tabela 2 – Processos na linha de produção.

| Processo | Tempo (min) |
|----------------------|--------------------|
| Desbaste do Plano | 92 |
| Desbaste 1º lado | 25 |
| Desbaste 2º lado | 35 |
| Acabamento do plano | 32 |
| Acabamento do bico | 22 |
| Acabamento do perfil | 35 |
| Furação VFW | 295 |
| Aletas | 70 |
| Total | 606 |

Fonte: dados da empresa (2019).

Depois de finalizada as simulações dos dois cenários propostos, identificou-se que o material do Fornecedor 1 atinge um valor médio no trimestre de 2112 peças, enquanto o Fornecedor 2 obteve uma média no trimestre de 1188 peças. Com base nestas informações procedeu-se a análise financeira dos resultados simulados. Os resultados da análise financeira são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Comparativo de fornecedores em relação ao custo x lucro

| Processo | Fornecedor 1 | Fornecedor 2 |
|-----------------------------------|---------------------|---------------------|
| Custo unitário da matéria prima | R\$900,00 | R\$600,00 |
| Custo trimestral da matéria prima | R\$1.900.800,00 | R\$712.800,00 |
| Ferramentas utilizadas por peça | 1,645 | 30,96 |
| Custo trimestral com ferramentas | R\$104.227,20 | R\$1.103.414,40 |
| Quantidade produzida no trimestre | 2112 | 1188 |
| Preço unitário de venda | R\$2.100,00 | R\$2.100,00 |
| Receita trimestral | R\$4.435.200,00 | R\$2.494.800,00 |
| Lucro líquido trimestral | R\$2.430.172,80 | R\$678.585,60 |

Fonte: dados da empresa (2019).

Com base no comparativo dos dois fornecedores, podemos visualizar que após a simulação obtivemos a capacidade trimestral de produção, alcançando também a capacidade total, onde a Fornecedor 1 alcançou 2.112 peças, e a Fornecedor 2 1.188 peças. Tal número representa uma capacidade produtiva de 77,7% maior com

material do fornecedor 1. Obtendo estas capacidades, além dos dados de custo avaliados de matéria prima e custo com ferramentas por trimestre, chegou-se a um lucro líquido de 258%, sendo superior utilizando-se matéria-prima do fornecedor 1. Embora o custo unitário de aquisição do fornecedor 1 seja superior, fica evidente que a variabilidade das características de qualidade do material fornecido pelo fornecedor 2 gera custos secundários no processo em termos aumento dos tempos de processamento, bem como a utilização de uma quantidade maior de ferramentas em decorrência de quebras e desgaste precoce do equipamento.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral deste estudo foi atendido, uma vez que por meio do uso da simulação foi possível avaliar os possíveis cenários, em prol de aumentar a capacidade de produção de uma metalúrgica de usinagem de moldes e matrizes.

Após o desenvolvimento do trabalho e análise dos resultados finais, foi possível confirmar o uso da simulação como uma ferramenta importante para tomada de decisão, já que permitiu a construção dos cenários atuais que consideraram a real capacidade de produção de uma linha de produção, além de poder considerar cenários futuros.

Além disso, por meio da simulação, pode-se gerar uma análise que apresentou dados importantes para nortear a decisão gerencial, onde a matéria prima que mais se destacou foi a do fornecedor 1, mesmo tendo o custo mais caro, o lucro líquido comparado ao do fornecedor 2 é muito maior, alcançando 258%. Outro ponto a ser destacado é a capacidade produtiva, onde com o fornecedor 1 atingiu-se uma elevação de 77,7% em relação ao fornecedor 2.

Para continuidade do trabalho ora realizado, sugere-se avaliar outros fornecedores desta matéria prima, que possuam preços mais acessíveis, e com localidades dentro do Rio Grande do Sul e regiões do Sul, estabelecendo outras simulações e comparações para que a empresa alavanque cada vez mais a sua receita.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, L. H.; ALMEIDA, A. T.; MOTA, C. M. M. **Sistemática proposta para seleção de fornecedores em gestão de projetos**. *Gestão e Produção*, v. 14, n. 3, p. 477-487, 2007

Complexo de Ensino Superior de Cachoeirinha

ALVAREZ, MANUEL S. B. (1996) - Terceirização: parceria e qualidade. Rio de Janeiro: Campus.

CHUNG, Christopher A. **Simulation modeling handbook: a practical approach.** Florida: CRC Press, 2004.

COSTA, M.A.B. **Simulação de sistemas.** Apostila de suporte a disciplina Simulação aplicada a Engenharia de Produção. Departamento de Engenharia de Produção. 2002.

DEIMLINGE, Moacir Francisco; KLIEMANN NETO, Francisco José. **Análise de Modelos de Avaliação da Performance de Fornecedores – Um Estudo de Caso na Indústria Metal-Mecânica.** Revista Gestão Organizacional, v. 1, jan./jun. 2008.

DUARTE, R. N. **Simulação computacional: Análise de uma célula de manufatura em lotes do setor de auto-peças.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Itajubá, MG, UNIFEI, 2003.

LAW, A. M. **Simulation Modeling and Analysis.** McGrawHill. 4 ed. 2007.

MAXIMIANO, Antonio Cesar Amaru. **Introdução à Administração.** Ed. Compacta. São Paulo: Atlas, 2009. 294p.

ROBBINS, Stephen; JUDGE, Timothy; SOBRAL, Filipe. **Comportamento organizacional: teoria e prática no contexto brasileiro.** 14. ed. São Paulo: Pearson, 2010. 633 p.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção.** –2 ed. 9 reimpr. São Paulo: Atlas, 2007.

SMITH, R. C. **Estimating and tendering for building work.** London: Longman scientific and technical, 1991.

ⁱ Este artigo foi destaque na XV Mostra de Iniciação Científica do Cesuca 2021.