

# SIMULAÇÃO EM UMA EMPRESA SIDERÚRGICA NO SETOR DE CARREGAMENTO

Lucas Maciel Gomes<sup>1</sup>  
Beatriz De Abreu Konno<sup>1</sup>  
Igor Silva Policarpo<sup>1</sup>  
João Roberto Maiellaro<sup>1</sup>

## RESUMO

O objetivo deste estudo consiste em apontar a importância do uso da simulação como ferramenta de tomada de decisão de uma siderúrgica, sobre como manter o seu nível de serviço diante da diminuição do quadro de funcionários.

Para tanto, foram analisados os parâmetros de diferentes níveis de serviço, bem como foi revista toda a cadeia, desde o pedido até a entrega, visando detectar gargalos e pontos de ociosidade no setor, através do programa ARENA.

Em relação aos resultados apurados, foi perceptível o aumento da agilidade operacional, bem como a queda da ociosidade. Levando em consideração a melhora nos processos operacionais, a diminuição de funcionários levou a siderúrgica a um aumento de produtividade, diminuindo consideravelmente a ociosidade em funções que impactavam diretamente no tempo médio de carregamento.

**PALAVRAS CHAVE:** Simulação. Setor de carregamento. Ociosidade.

## ABSTRACT

The objective of this study is to point out the importance of using simulation as a decision-making tool of steel on how to maintain your service level before the reduction of staff.

Therefore, the parameters of different levels of service were analyzed and revised throughout the chain, from order to delivery, to detect bottlenecks and idle points in the industry, through the ARENA program.

Regarding the results obtained, the increased operational agility as well as the fall of idleness was noticeable. Taking into account the improvement in operational processes, the reduction of staff took the steel to increased productivity, significantly reducing idleness in functions that directly impacted the average service time.

**KEYWORDS:** Simulation. Loading sector. Idleness.

## INTRODUÇÃO

Atualmente os esforços para redução de custos nas empresas é progressivo. O atual cenário econômico em uma concepção universal deixa isso cada vez mais evidente. Pensando em tais reduções se faz necessário reavaliar a maior parte dos processos da empresa. Em último caso, se os processos não forem viáveis para terem reformulação, é levado em consideração o corte de funcionários no setor que menos será afetado por tal decisão. Isso força a alta administração da empresa, elaborar medidas estratégicas

---

<sup>1</sup> Faculdade de Tecnologia do estado de São Paulo. E-mail: lm\_lucas@outlook.com.

que mantenham seus propósitos sem descartar objetivos como: baixos custos, qualidade e produtividade, sem perder seus diferenciais competitivos. O nível de exigências por parte dos clientes vem aumentando cada vez mais, isso obriga as empresas a investirem em tecnologias e ferramentas que possam conciliar estratégias competitivas x custos no mercado logístico.

Nos dias atuais, há grande necessidade do uso de ferramentas de gestão que facilitem a tomada rápida de decisão em processos logísticos. A simulação, está rapidamente se tornando um instrumento fundamental por proporcionar maior grau de assertividade em diversas ações que visam à melhoria e eficiência operacional de qualquer processo.

Uma das principais vantagens em utilizar o sistema de simulação é prever possíveis impactos tanto positivos quanto negativos gerados em um setor por uma futura ação tomada e auxiliar na melhor maneira de fazê-la, dessa forma, o problema para analisar os possíveis impactos previstos com a redução do quadro operacional dos funcionários de setor de carregamento na empresa siderúrgica pode ser resolvido por meio da técnica de simulação.

A ideia central deste trabalho é encontrar por meio da técnica de simulação, medidas que a empresa estudada poderá ou não adotar a fim de não prejudicar o atendimento de seus clientes, devido à redução do quadro de funcionários. O objetivo específico deste estudo foi analisar o comportamento do sistema de carregamento em dois momentos: antes e depois da mudança do quadro de funcionários.

Com esta redução previa-se que a capacidade de carregamento de veículos por dia, do setor, diminuiria impactando no atendimento aos clientes.

De acordo com a Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2016) o setor industrial fechou o ano de 2015 com nível recorde de ociosidade. A utilização média da capacidade instalada teve queda para 62% ao mês, se compararmos com o ano de 2014 que atingiu 71%.

Por mais eficiente que um funcionário seja, sempre existira um determinado tipo de produto que demanda maior tempo para ser carregado. Em vista desta análise trata-se de ociosidade, que pode ser medida e controlada através dos recursos da técnica de simulação.

Inicialmente o objetivo era analisar o fluxo e prever a capacidade média do carregamento de veículos por dia da empresa, prever e prevenir futuros gargalos na operação em vista da redução do quadro de funcionários. Após aplicada a técnica de simulação foi diagnosticado com base nos relatórios alto nível de ociosidade dos funcionários do setor de carregamento.

Neste artigo, a abreviatura OTIF será utilizada para referir ao termo *On time in full* (Pedido perfeito). O OTIF é um indicador de desempenho que disponibiliza a análise da qualidade do atendimento aos clientes.

## MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

### REFERENCIAL TEÓRICO

Tem sido argumentado que simulação não funciona como uma ferramenta para prever acontecimentos futuros. Segundo CHWIF & MEDINA (2006), a simulação possibilita a previsão de eventos com alto grau de assertividade. O estudo comportamental de um sistema específico é baseado em dados de entradas e um conjunto de princípios. Para SCHMIDT & TAYLOR (1970), o sistema é definido por uma coleção de entidades, que podem ser pessoas ou máquinas, agem e interagem para a realização de um fim lógico em conjunto (apud LAW & KELTON, 1991 p.13).

Vários estudos recentes em sistemas reais de simulação demonstraram muitas variáveis externas. O que torna mais complexo e irrealizável sua solução com a aplicação cálculos simples.

A simulação é um método proveitoso tanto para projeção e estimativa de novos sistemas, modificações de espaços físicos, variações de procedimentos de operações, variações de demanda, etc. Sua finalidade tem sido cada vez mais explorada em diversas áreas, apoiando gestores em tomadas de decisões que exigem maior grau de planejamento e também em melhoria de processos.

Em geral, estudos de simulação destacam se pela necessidade de um sistema para sua aplicação, no caso da produtividade dos operadores em um sistema de carregamento, se faz necessário, com a certeza de uma futura redução no quadro de funcionários.

Este método é particularmente útil para o estudo de sistemas que contam com redução no quadro de funcionários em suas operações ou alto nível de ociosidade, por terem um impacto muito significativo no momento da tomada de decisão. Segundo PIDD (1998, p. 25), o modelo se trata de uma representação externa e explícita da realidade vista pela pessoa que tem o desejo de usar o modelo para entender, gerenciar, mudar ou controlar parte da realidade.

A simulação de eventos discretos trata da modelagem de um sistema e de como ele pode passar por alterações em determinados pontos instantaneamente ao longo de sua representação, por exemplo, cancelamento de transporte, ociosidade de funcionários, entre outros (LAW & KELTON, 1991 p.7). É possível definir a modelagem como um modelo de simulação, uma ferramenta que é utilizada para obtenção de respostas por meio de sentenças, como por exemplo: “o que ocorre se adicionarmos um terceiro turno de produção?”, “o que ocorre se houver um pico de demanda de 30%?” (CHWIF & MEDINA, 2006, p. 6).

## METODOLOGIA

Para alcançar os objetivos deste trabalho foi utilizado o método de pesquisa quantitativa, este tipo de pesquisa foi escolhido por tratar os dados pela sua totalidade, sem levar em considerações variáveis que excluiriam alguma parte dos dados a serem coletados.

Para Fonseca (2002, p. 20) a pesquisa quantitativa é caracterizada pela objetividade e análise dos dados brutos com foco na totalidade sem se prender a fatores específicos, esse tipo de pesquisa é normalmente utilizado quando há necessidade da coleta de um grande número de dados. Seja qual for o método de pesquisa utilizado todos passam pela mesma tratativa que são: Filtragem, organização e tabulação dos dados. Para ai sim serem utilizados de acordo com a técnica que lhe for submetida pelo pesquisador.

## ESTUDO DE CASO

Avanços recentes no desenvolvimento de softwares facilitaram as respostas de tais perguntas. Por meio da coleta de dados dos tempos de chegada e atendimento de veículos em uma amostra aleatória do sistema TMS (*Transport Management System*) (*Sistema de gerenciamento de transporte*) da empresa estudada para tentar identificar gargalos de operação para uma futura redução no quadro de funcionários.

A empresa analisada conta com nove pontos de carregamento e movimentação em média 10.500 Toneladas de materiais por mês, e recebe em média 18 veículos entre carretas e trucks por dia para serem carregados.

Conta também com quatro transportadoras para fazer o atendimento da carteira de pedidos, que são divididas por regiões para atender todo o país, Transportadora A – Região Sudeste, Transportadora B – Região norte, Transportadora C – Região Sul, Transportadora D – Leste e Oeste.

O pedido passa por determinadas etapas antes da montagem do transporte, a transportadora contratada, de acordo com a região de entrega, tem o prazo de 24 horas para cumprir o atendimento de carregamento na empresa.

O fluxo dos pedidos se inicia por meio da implantação da ordem de venda, onde existem parâmetros a serem definidos para o atendimento do pedido.

No momento em que o vendedor implanta a ordem no sistema ele pode inserir a data em que o cliente deseja receber o produto, ou seja, respeitando um limite mínimo de quatro dias devido à fatores como disponibilidade de estoque, contratação de veículo, composição de carga etc, a equipe logística tem a visão do quanto pode ser melhorado no atendimento.

O 2º parâmetro é o aceite, o sistema reajusta a data da ordem de venda conforme disponibilidade de estoque, ordens de produção ou pedidos de industrialização conforme data desejada ou data confirmada.

Um 3º Parâmetro é a data confirmada e, após confirmado o aceite da ordem em uma das datas, o sistema determina em que data devem ser concluídas as seguintes ações para atender o cliente na data correta: Data de prep. Material (Fornecimento), Data de org. Transporte (parâmetro de 24hr para a contratação do veículo pela transportadora) e a data de faturamento (Data saída mercador.)

O sistema da empresa utiliza parâmetro de D+5 (cinco dias após) para o fornecimento de ordens, ou seja, o técnico de transporte tem visão de cinco dias dos materiais disponíveis para serem carregados e montar o transporte de acordo com o tipo de material ou região de entrega, e assim passar para uma das transportadoras.

Devido à parametrização do sistema de agendamento de cargas, só é permitido a permanência de cinco veículos simultâneos dentro da empresa. Conforme vão sendo carregados, os veículos são direcionados para a amarração da carga, fazendo com que o funcionário do setor de carregamento fique no aguardo da saída de um veículo, para ser liberada a entrada do próximo, o que afeta na redução do ritmo do funcionário por ficar dependente da conclusão de outra atividade.

O primeiro passo neste processo foi calcular o intervalo entre chegadas e saídas dos dados, conforme Figura 1, extraídos do sistema TMS utilizando uma planilha de Excel.

	1	2	3	4	5	6
	Transporte	Entrada Real	Fim Carregamento Real	Saída Real	Intervalo de Atendimento	Intervalo de Chegada
2	6726754	12/12/2015 05:02	09:05:00	12/12/2015 10:02	00:01:00	02:56:00
3	6733382	12/12/2015 07:58	08:59:00	12/12/2015 10:03	01:00:00	00:18:00
4	6735599	12/12/2015 08:16	11:02:00	12/12/2015 11:03	00:59:00	00:28:00
5	6736174	12/12/2015 08:44	12:01:00	12/12/2015 12:02	01:13:00	00:05:00
6	6737131	12/12/2015 08:49	10:17:00	12/12/2015 10:49	02:48:00	00:08:00
7	6736179	12/12/2015 08:57	13:36:00	12/12/2015 13:37	01:52:00	00:07:00
8	6733476	12/12/2015 09:04	11:44:00	12/12/2015 11:45	00:31:00	00:01:00
9	6733477	12/12/2015 09:05	11:52:00	12/12/2015 12:16	01:20:00	00:13:00
10	6737129	12/12/2015 09:18	10:00:00	12/12/2015 10:56	01:45:00	01:04:00
11	6735598	12/12/2015 10:22	11:32:00	12/12/2015 12:41	04:03:00	00:52:00
12	6731604	12/12/2015 11:14	15:59:00	12/12/2015 16:44	02:22:00	00:12:00
13	6737130	12/12/2015 11:26	17:58:00	12/12/2015 19:06	01:50:00	00:24:00
14	6737128	12/12/2015 11:50	16:40:00	12/12/2015 17:16	01:46:00	00:47:00

**Figura 1:** Cálculo do intervalo de chegada e atendimento. Fonte: Elaborado pelos autores

Com os dados devidamente organizados, foram analisados utilizando a ferramenta estatística input analyzer que determinou as distribuições estatísticas que representam o comportamento de chegada e atendimento das entidades.

A Figura 2 mostra o mapa de tráfego da empresa analisada e seus pontos de carregamentos.



**Figura 2:** Mapa de tráfego. Fonte: Sistema SGI (2015).

O software arena versão 14.7 foi utilizado para a simulação do sistema analisado, como mostra a Figura 3. Sua representação é dada por meio de organograma, onde as caixas amarelas representam uma etapa do processo e as rosas são para definir os possíveis caminhos nos quais a entidade pode seguir.

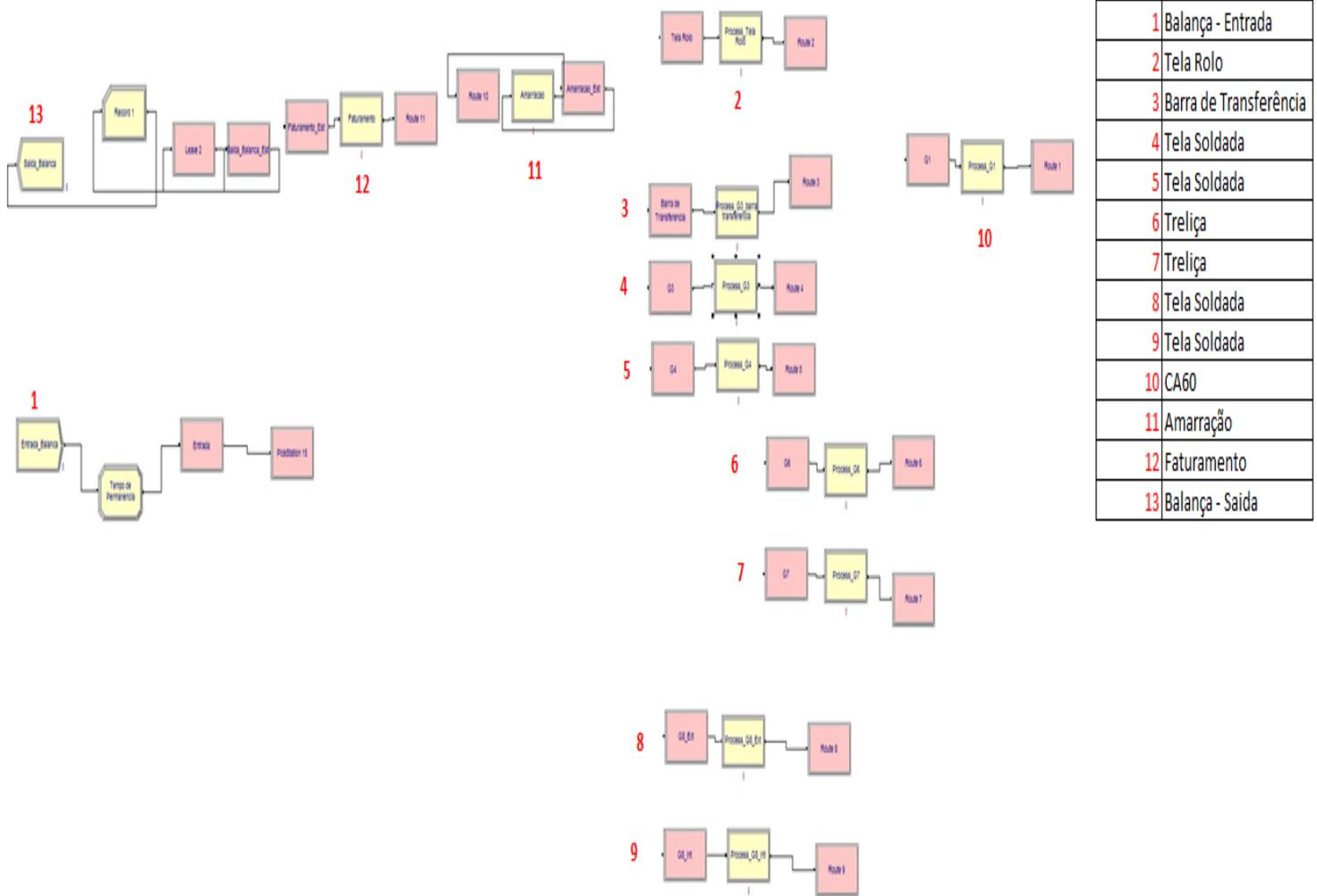
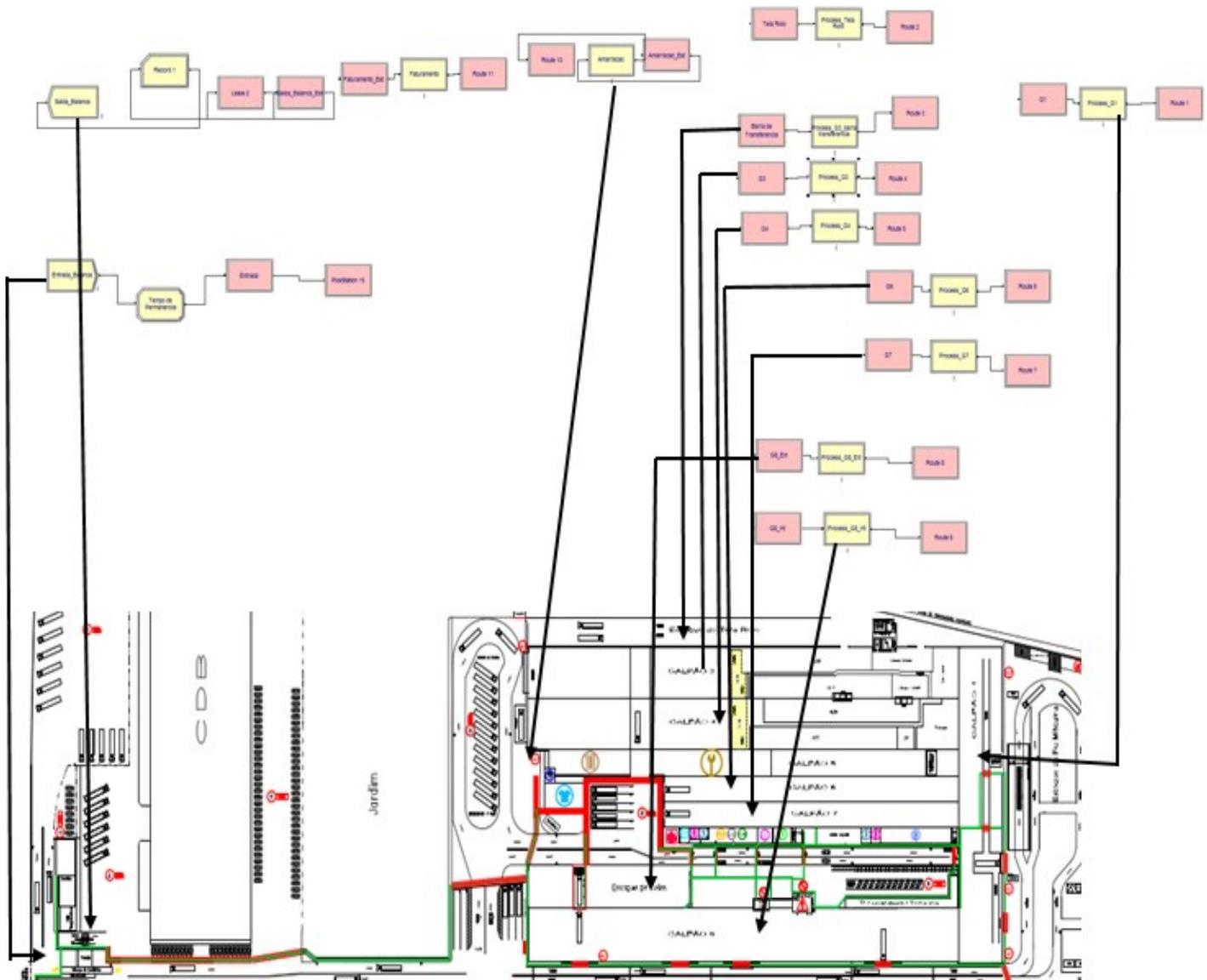


Figura 3: Modelo de simulação. Fonte: Elaborado pelos autores

A Figura 4 mostra a relação entre o mapa de tráfego e o modelo utilizado.



**Figura 4:** Relação mapa de tráfego/modelo simulado. Fonte: Elaborado pelos autores.

## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A Figura 4 mostra o relatório gerado pelo software Arena, o interessante deste relatório é que nota-se o grau de utilização da mão de obra dos operadores representada em valor decimal, convertendo este para Porcentagem, identifica-se o grau de utilização de 72,54%. A simulação deste sistema foi realizado com o máximo de cinco veículos simultâneos dentro da fábrica, três turnos, sendo três operadores no turno A (22:00hr às 06:00hr) sete operadores no turno B (06:00hr às 14:00hr) e seis operadores no turno C (14:00hr as 22:00hr) seis dias por semana com carga horária de 8hr por operador. Para aplicação desta simulação foram descontados 1hr de almoço e mais 1hr levando em conta fatores externos como: necessidades fisiológicas, tempo de transição de um galpão ao outro e troca de turnos. A empresa também conta 1 funcionário terceirizado para fim de cobrir férias dos funcionários efetivos.

Instantaneous Utilization		Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Amarrador		0.3063	(Insufficient)	0.00	1.0000
Faturista		0.2835	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operadores		0.7254	(Insufficient)	0.00	1.0000
Number Busy		Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Amarrador		0.3063	(Insufficient)	0.00	1.0000
Faturista		0.2835	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operadores		3.6644	(Insufficient)	0.00	7.0000

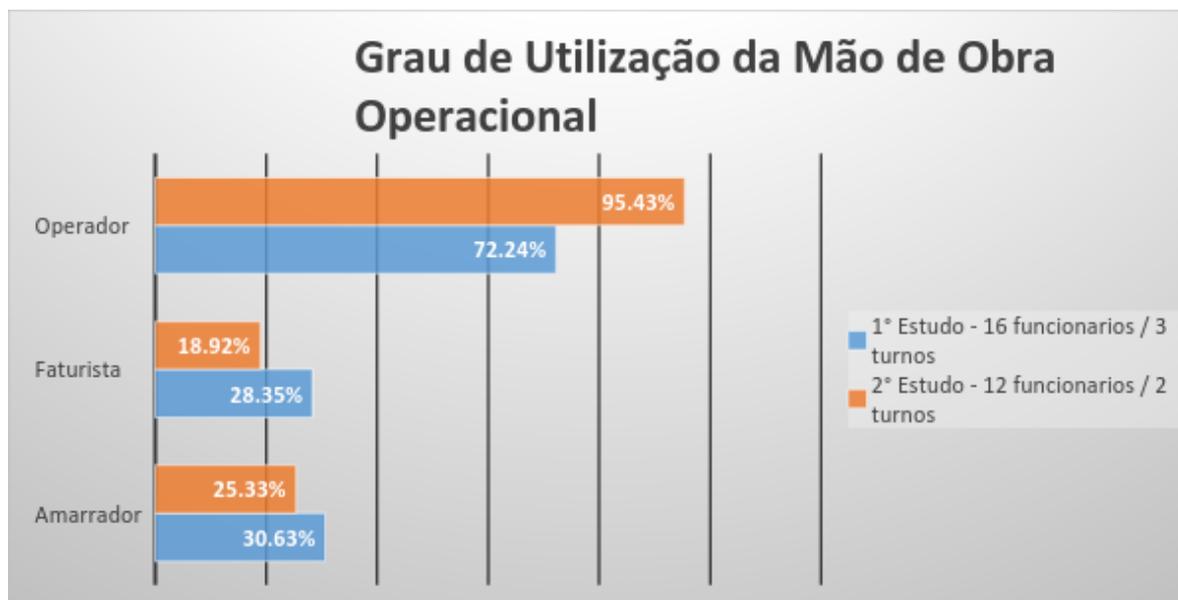
**Figura 4:** Relatório do grau de utilização de mão de obra operacional. Fonte: Software de simulação arena (2015).

Um aspecto surpreendente foi o grau de ociosidade. A Figura 5 mostra a segunda análise feita com base na determinação da gerencia para a redução no quadro de funcionários de 16 para 12 pela necessidade de redução de custos fixos, no qual não foram divulgados valores pela empresa para este estudo. A simulação do segundo sistema foi realizada com o máximo de seis veículos simultâneos dentro da fábrica visando sempre manter todos operadores ocupados, dois turnos, sendo seis operadores no Turno B (06:00hr as 14:00hr) e seis operadores no turno C (14:00 as 22:00hr) seis dias por semana com carga horaria de 8hr por operador. Para aplicação desta simulação foram descontados 1hr de almoço e mais 1hr levando em conta fatores externos como: necessidades fisiológicas, tempo de transição de um galpão ao outro e troca de turnos.

Instantaneous Utilization		Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Amarrador		0.2353	(Insufficient)	0.00	1.0000
Faturista		0.1802	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operadores		0.6643	(Insufficient)	0.00	1.0000
Number Busy		Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Amarrador		0.2353	(Insufficient)	0.00	1.0000
Faturista		0.1802	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operadores		2.8028	(Insufficient)	0.00	3.0000

**Figura 5:** Relatório do grau de utilização de mão de obra operacional dois. Fonte: Software de simulação arena (2016).

Analisando o segundo relatório, a única observação mais marcante que emerge da comparação de dados foi o aumento no grau de utilização da mão de obra dos operadores. A Figura 6 demonstra com mais clareza essa evolução.



**Figura 6:** Grau de utilização da mão de obra operacional. Fonte: Elaborado pelos autores

Fica evidente conforme Figura 7 que houve aumento significativo de produtividade da mão de obra operacional em 23,19%.



**Figura 7:** Ganho de produtividade operacional. Fonte: Elaborado pelos autores.

Como mostra a tabela 1 o indicador OTIF de nível de atendimento na data desejada pelo cliente teve um aumento de 32% comparados entre dezembro de 2015 e setembro de 2016.

**Tabela 1:** OTIF – On time in full

OTIF – On time in Full		
	dez/15	set/16
Data desejada	45%	77%
Data confirmada	85%	90%

Fonte: Sistema SAP (2015/2016)

A correlação que mais se destaca, é com o tempo médio de carregamento, como vemos na Tabela 2

**Tabela 2:** Tempo Médio de carregamento

Tempo médio de carregamento	
dez/15	08:40
set/15	03:32

Fonte: Sistema LOGER (2015/2016)

O OTIF e o tempo médio de carregamento estão diretamente ligados por impactarem no atendimento ao cliente. O baixo tempo de carregamento indica maior agilidade operacional possibilitando com que mais pedidos sejam atendidos dentro da data desejada por aumentar a capacidade de carregamento e facilitando na gestão dos pedidos dando brechas para antecipações de cargas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do estudo era determinar a capacidade operacional de carregamento de uma siderúrgica após a redução no quadro de funcionários, por meio da técnica de simulação. Identificou-se alto nível de ociosidade da mão de obra operacional. Os resultados deste estudo indicam como um quadro de funcionários enxuto e bem aproveitado proporciona maior nível de produtividade. Assim constatado um aumento de 23,19%. Da mesma forma demonstrando como os tempos médios de carregamento de cada veículo estão ligados a produtividade da mão de obra operacional.

Outra constatação importante foi notar que a agilidade operacional representada pelo tempo médio de carregamento, está relacionada ao nível de atendimento ao cliente. Essas relações podem ser parcialmente explicadas pelo aumento (melhora) do OTIF da data desejada.

No ramo siderúrgico o que diferencia os tipos de materiais são seus respectivos acabamentos, por terem a mesma matéria prima, o que facilita no planejamento do plano de produção. Em vista disso, o setor siderúrgico tem menores preocupações para com sua produção o que lhe permite dar maior atenção para a eficiência no atendimento de seus

clientes, que para FLEURY e LAVALLE (2000) a busca pela eficiência tem como pré-requisito a alta qualidade dos serviços prestados ao cliente final.

Enfatizando ainda mais o foco do mercado logístico que é o cliente, conseguindo assim atingir na cadeia de suprimentos logística maior grau de responsividade, que segundo Chopra e Meindl (2003) se da ao alto nível de atendimento, que é considerado pela visão do mercado logístico atual, como um grande diferencial competitivo.

## REFERÊNCIAS

SCHMIDT, J. W., and R. E. Taylor: *Simulation and Analysis of Industrial Systems*, Richard D. Irwin, Homewood, Ill. 1970

BANKS, J.; CARSON, J.; NELSON, B. **Discrete-event system simulation**. New Jersey: Prentice Hall, 1996.

PIDD, Michael. **Modelagem Empresarial: ferramentas para tomada de decisão**. Porto Alegre: Bookman, 1998.

FLEURY, P. F; LAVALLE da SILVA, C. R. **Logística Empresarial: a perspectiva brasileira**. São Paulo: Atlas, 2000.

LAW, Averil M., KELTON, W. David. **Simulation Modeling and analysis**. 3 ed. – New York: Mcgraw-Hill, 2000.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

CHOPRA, Sunil.; MEINDL, Peter. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operação**. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

CHWIF, Leonardo.; MEDINA, C. Afonso. **Modelagem e simulação de eventos discretos: teoria & aplicações**. 4 Ed. – Rio de Janeiro: Elsevier, 2015

G1, Brasília **Industria fecha 2015 com nível recorde de ociosidade, diz pesquisa**. Disponível em: < <http://g1.globo.com/economia/noticia/2016/01/industria-fecha-2015-com-nivel-recorde-de-ociosidade-diz-pesquisa.html> > Acesso em 25 Jan. 2016.