

SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DO TRANSPORTE DE TIJOLOS DE CAMPOS DOS GOYTACAZES

Cardoso L.D.¹, Rangel J.J.A.²

¹IFF/Núcleo de Pesquisa Operacional, leonardocardoso@gmail.com

²IFF/Núcleo de Pesquisa Operacional, joao@ucam-campos.br

Resumo - O presente trabalho descreve a utilização de um modelo de simulação para a análise do transporte ferroviário de tijolos no estado do Rio de Janeiro. A motivação para a presente investigação se deu a partir da formação de um cenário que está se apresentando pela nova conjuntura de transporte criada após o início da cobrança de pedágio e fiscalização de cargas no trecho da BR-101, por onde escoar a produção do pólo ceramista fluminense. O modelo de simulação foi construído com informações obtidas junto à Ferrovia Centro Atlântica e dos gestores do Arranjo Produtivo Local da cerâmica vermelha no estado. Os resultados das simulações estão sendo úteis para auxiliar no dimensionamento da infraestrutura local, com as seguintes medidas: taxa de utilização de baias e máquinas, área para movimentação com os páletes, dimensões da carroceria dos caminhões e vagões, área para estocagem de tijolos, peso total de caminhão e vagões, dentre outras.

Palavras-chave: Simulação; Ferrovia; Mecanização; Paletização; Tijolos.

Área do Conhecimento: Simulação Computacional

Introdução

Sendo o tijolo um produto de baixo valor agregado, o custo de transporte implica fortemente no valor do produto final comercializado. Levando esta premissa em consideração e com a perspectiva de aumento dos custos de transporte na BR 101, devido à introdução de dois novos fatos no cenário atual, que são: (a) cobrança de pedágio no principal canal onde atualmente escoar a produção; e (b) instalação de balanças para fiscalização do peso máximo da carga neste mesmo trecho da rodovia. Desta forma, esta nova realidade de transporte rodoviário está sendo considerada como mais onerosa e, conseqüentemente, com redução da receita para o setor, principalmente devido à fiscalização do peso das cargas (PANORAMA, 2007).

Foi verificada inicialmente a necessidade de ser introduzido no sistema logístico um processo de paletização e embarque e desembarque mecanizado das peças (CAPOZZIELLO, 1981). Desta forma, mais especificamente, o presente trabalho vem analisar, através de simulação computacional, as operações envolvidas nos processos de descarregamento no estoque do terminal ferroviário da FCA, além do embarque dos mesmos nos vagões para o posterior transporte para outro terminal ferroviário (VIEIRA, 2006). A análise considerou então como as principais medidas de desempenho os seguintes itens de infraestrutura local: taxa de utilização de baias e máquinas, área para movimentação com os páletes, dimensões da carroceria dos caminhões, quantidade e dimensões dos vagões, área para estocagem de

tijolos, peso total do caminhão e peso total do vagão (SALIBY, 2008; FERREIRA, 2008).

Metodologia

O levantamento dos dados foi realizado junto à administração local da FCA em Campos dos Goytacazes.

O sistema hipotético para movimentação dos paletes de tijolos, composto pelo desembarque mecanizado e carregamento dos vagões simulado computacionalmente no parque da FCA, compreendeu uma área que normalmente é localizada nos galpões de estocagem, como mostra a figura 1. Esta é uma área prevista para este tipo de operação, medindo 75m x 27m. Nela normalmente há espaço suficiente para a movimentação de vagões, empilhadeira e caminhões, necessários à realização dos processos previstos.

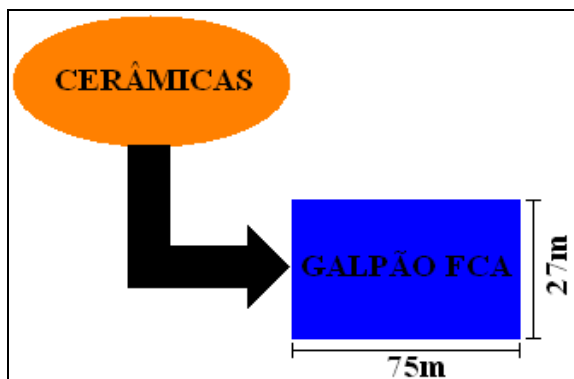


Figura 1: Esquematisação das fronteiras do sistema simulado.

O processo se inicia após a chegada do caminhão carregado no parque da FCA e o seu posterior estacionamento na baia de descarregamento, em posição perpendicular próximo a uma das extremidades do galpão, facilitando assim a movimentação da empilhadeira. A empilhadeira então se desloca até o caminhão, fixa suas laminas no palete, levantando-o e deslocando-o até a área de estocagem, onde o palete é descarregado. Esta

operação se repete até o final do descarregamento de toda a carga de um caminhão.

O descarregamento do caminhão e estocagem dos paletes de tijolos na área própria ocorrerá simultaneamente o carregamento dos vagões. Tendo em vista a utilização de vagões fechados a serem disponibilizados pela companhia ferroviária para o transporte dos paletes de tijolos, foi necessária então a utilização de uma paleteira de mão para movimentação dos paletes no interior dos vagões. Desta forma, o sistema simulado computacionalmente para movimentação dos paletes de tijolos no parque da FCA compreendeu então os seguintes processos e operações:

- (a) Chegada dos caminhões nas baias de descarregamento;
- (b) chegada dos vagões no galpão;
- (c) descarregamento dos paletes de tijolos e estocagem (utilização de empilhadeiras);
- (d) carregamento dos paletes nos vagões (utilização de empilhadeiras e da paleteira).

Os parâmetros de entrada do modelo (as chegadas) foram: uma frota com cinco caminhões, sendo cada um deles carregado com 14 paletes de tijolos, no início da simulação e cinco vagões por dia para carregamento e transporte dos mesmos paletes. Tanto a frota de caminhões como a quantidade de vagões foram alterados nos diferentes cenários simulados para uma semana de operação, considerando o início às 7h de segunda-feira e término às 12h de sábado. Para o começo das simulações considerou-se um estoque inicial de setecentos paletes de tijolos, como regulador de estoque. Foi considerado na modelagem que os caminhões começam o transporte dos paletes de tijolos das indústrias ceramistas para o parque da FCA, bem como os vagões começam a serem carregados às 7h de segunda-feira.

Um Fator pode assumir diferentes Níveis em um modelo de simulação. A tabela 1

descreve a relação dos fatores e níveis que foram atribuídos aos cenários simulados com o modelo.

Tabela 1: Relação de Fatores e Níveis atribuídos ao modelo de simulação.

Fatores	Nível 1	Nível 2
Frota de 5 Caminhões	10 Caminhões	
Vagões 5 Vagões/dia	10 Vagões/dia	
Empilhadeiras	1	2

O modelo considera ainda a existência de um estoque de setecentos páletes de tijolos no momento inicial da simulação. Esta hipótese é adotada de forma a se considerar a aleatoriedade do fluxo de caminhões que chegam ao parque da FCA que implicam alterações na estocagem e, conseqüentemente, garantindo sempre o carregamento dos vagões.

Resultados

O carregamento de vagões se repetirá até completar a quantidade total de vagões estipulados para serem carregados no dia, e posteriormente serem acoplados a locomotiva e transportados para o centro de descarregamento. Os Fatores (variáveis que podem ser controlados pelo modelo) foram: a frota de caminhões criada no início da simulação e responsável pelo transporte dos tijolos para a FCA, o número de vagões a serem disponibilizados pela FCA para o transporte de tijolos e o número de empilhadeiras para o embarque e desembarque dos páletes de tijolos dos caminhões para os vagões, respectivamente.

Um Fator pode assumir diferentes Níveis em um modelo de simulação. A tabela 2 descreve a relação dos fatores e níveis que foram atribuídos aos cenários simulados com o modelo. A utilização de dois níveis neste trabalho se justificou pela simplicidade obtida no projeto experimental e a possibilidade de se observar a continuidade unidirecional no

comportamento das variáveis. Foi adotado para o Nível 1 valores sugeridos pelos especialistas para uma condição estável para o início das operações e suficiente ao transporte de aproximadamente 10% da produção de tijolos do pólo ceramista fluminense. Já em relação ao Nível 2 foram atribuídos valores que se esperam para uma situação de aumento de demanda a se concretizar em um momento posterior ao início das operações ferroviárias com tijolos.

A estratégia de experimentação utilizada nas simulações computacionais foi do tipo Projeto Fatorial 2^k . Nesta estratégia, descrita em detalhes em Freitas Filho (2008), altera-se um dos dois níveis de um fator (k) por vez, mantendo-se os demais fixos. A idéia é iniciar os experimentos com uma configuração típica (a mesma utilizada na validação do modelo) para todos os fatores e depois alterarem-se os níveis de um fator de cada vez nos experimentos sucessivos. A tabela 2 descreve os cenários que foram utilizados nas simulações computacionais com três fatores e dois níveis em cada um deles, resultando em um total de oito cenários (ou seja, 2^3). O modelo foi ajustado para rodar uma semana de operação com 10 replicações em cada cenário.

Tabela 2: Descrição dos Cenários Simulados.

Cenários	Fatores		
	Frota de	Vagões	Empilhadeiras
1	Nível 1	Nível 1	Nível 1
2	Nível 1	Nível 1	Nível 2
3	Nível 1	Nível 2	Nível 1
4	Nível 1	Nível 2	Nível 2
5	Nível 2	Nível 1	Nível 1
6	Nível 2	Nível 1	Nível 2
7	Nível 2	Nível 2	Nível 1
8	Nível 2	Nível 2	Nível 2

A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos com as simulações computacionais.

Tabela 3: Resultados.

CENÁRIOS	TAXA DE UTILIZAÇÃO (%)			TEMPO ESPERA BAIÁ		QTD	
	Empilhadeira	Paleteira	Baia	Médio	Máximo	Vagões Carregados	Estoque Final
1	52,9	27,3	30,2	5,1	40,8	25	507
2	26,6	27,4	21,4	2,1	21,1	25	529
3	70,2	42,4	35,0	6,4	58,8	42	112
4	37,7	46,4	21,9	2,1	33,4	46	45
5	72,4	27,3	58,6	18,5	125	25	988
6	37,1	27,4	42,8	6,7	57,7	25	106
7	85,1	38,9	67,3	21,4	151	39	693
8	48,3	46,6	43,2	7,5	57,8	46	532

Discussão

Para a implantação do sistema proposto, pode-se atribuir ao primeiro cenário como sendo o melhor. Na realidade este cenário foi o escolhido para a calibração, verificação e validação do modelo, sendo desenvolvido com o auxílio dos especialistas consultados. Este cenário mostra bem que os valores escolhidos para o ajuste do sistema simulado foram adequados e em conformidade com a realidade das operações atuais.

Analisando também os outros resultados, verifica-se, a princípio, que o sétimo cenário poderia ser o escolhido, levando em consideração a taxa de utilização das máquinas e a manutenção do estoque final de forma estável. No entanto, a avaliação não deve ser atribuída apenas a um ponto específico do sistema, como o citado. Considerando que a fila de caminhões no referido cenário sétimo ficou com valor máximo de 151 minutos, ou seja, mais de 2 horas em espera para o descarregamento, pode-se considerar este cenário não mais como o melhor. Neste caso, verifica-se a necessidade de construção de

outra baia para auxiliar o processo de descarregamento.

Outra forma para análise dos resultados poderia ser através do número de vagões carregados durante a semana simulada. Neste caso, poderiam ser considerados o quarto e oitavo como os cenários escolhidos, tendo em vista que neles foram obtidos 46 vagões carregados. No entanto, a taxa de utilização das máquinas foi baixa, inferior a 50%, o número de empilhadeiras foi o de maior nível e o estoque se alterou durante as operações o que não é desejável.

Conclusão

Após a verificação, validação e testes do modelo elaborado para avaliação do processo de movimentação dos paletes de tijolos no parque da Ferrovia Centro Atlântica, foi possível constatar que o mesmo atendeu às expectativas da sua construção, possibilitando entender a dinâmica dos processos envolvidos, visando à sua implantação futura no transporte ferroviário de tijolos na região.

Ressalta-se aqui a importância deste tipo de pesquisa para os gestores do Arranjo Produtivo Local da cerâmica vermelha do estado do Rio de Janeiro. Dado o porte das empresas ceramistas locais, dificilmente elas poderiam realizar este tipo de investigação com recursos humanos e materiais próprios.

Espera-se que os resultados das simulações computacionais aqui apresentados, sobre a dinâmica das operações dos processos de embarque de tijolos, possam ser utilizados em trabalhos futuros a serem desenvolvidos para implantação deste sistema em outras regiões do país.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer a FAPERJ, CNPq, FCA Campos dos Goytacazes e aos gestores do APL da cerâmica

vermelha pelo auxílio e informações cedidas no decorrer do trabalho.

Referências

CAPOZZIELLO L. J., CAPOZZIELLO D. J. *Package and Method for Transporting Loose Brick*, U.S. Patent, Mar. 10, 1981.

FERREIRA, J.C.E., MOURA, E.B., RIBEIRO, L.P.G. *O Uso da Simulação para Aumentar a Competência da Indústria Junto ao Mercado Externo*. Disponível em: http://www.grima.ufsc.br/papers/PapEnegep2001_LuizPaulo.pdf, consulta feita em março de 2008.

FREITAS FILHO, Paulo José de. *Introdução a modelagem e simulação de sistemas*. 2. ed. São Paulo, SP: Editora Visual, 2008. 372 p.

PANORAMA do Pólo Cerâmico e do Município de Campos dos Goytacazes - RJ Campos Dos Goytacazes: Faperj - UENF, 2007.

SALIBY, E. *Tecnologia de Informação: Uso da Simulação para Obtenção de Melhorias em Operações Logísticas*. Artigos CEL, Centros de estudos em Logística, 1999. Disponível em: www.cel.coppead.ufrj.br/fs-public.htm, consulta feita em março de 2008.

VIEIRA, G.E. *Uma Revisão Sobre Aplicação de Simulação Computacional em Processos Industriais*. Anais do XIII Simpósio de Engenharia de Produção, SIMPEP, Bauru/SP, 10p., 2006. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br>