



MEDIÇÃO DE PRODUTIVIDADE DO TRANSPORTE RODOVIÁRIO EM USINAS SIDERÚRGICAS BASEADO EM RASTREAMENTO VEICULAR¹

Antonio Tadeu Lyrio de Almeida Junior²

Atílio Tardelli Neto³

José Roberto Fernandes Ferrara⁴

Rafael Perez Pagan⁵

Resumo

A análise de produtividade e diminuição de desperdícios é um assunto tratado de forma abundante no que diz respeito a linhas internas de manufatura e produção. Entretanto, a aplicação de conceitos lean e aumento de produtividade em transporte rodoviário são encontrados de forma incipiente na literatura. O objetivo desta pesquisa é propor e avaliar uma metodologia para medição da produtividade da movimentação de veículos de transporte rodoviário através de dados georeferenciados de seus deslocamentos. Foram utilizados dois ciclos de pesquisa com o auxílio de um sistema de tecnologia da informação associado ao rastreamento de aproximadamente 60 veículos de transporte interno de cargas numa usina siderúrgica. Como resultados, pôde-se verificar o comportamento da operação coletando-se os ciclos de trabalho executados pelos veículos e suas dispersões, ou seja, as movimentações que representam desperdícios na operação. Desta maneira, a metodologia proposta foi capaz de identificar automaticamente quais veículos realizaram cada operação, além de medir a eficiência da operação para cada veículo. Portanto, o estudo auxilia como base para a aplicação dos conceitos de logística *lean* em operações que exigem transporte rodoviário.

Palavras-chave: Medição de produtividade; Logística enxuta; Rastreamento veicular; GPS.

PRODUCTIVITY MEASUREMENT OF ROAD TRANSIT IN STEEL PLANTS BASED ON VEHICLE TRACKING

Abstract

Productivity analysis and waste reduction are a wide spread subjects when dealing with manufacturing and production internal line. However, research about lean concepts application and productivity improvement in road transit is very limited. The objective of the research is to propose and evaluate a method for productivity measurement of road transit vehicles traffic using georeferenced data their displacement. With this purpose, two action research cycles were made based on an information technology system of 60 vehicles of internal cargo transport at a steel plant. As a result, it was able to verify the operational behavior by acquiring vehicles' work cycles and their dispersions; that is, those displacements that represent an operational waste. Therefore, the proposed method is able to automatically identify which vehicle performs each operation; moreover it may measure the operational efficiency of each vehicle. For this reason, this research can be used as a basis for applying lean logistics concepts in operations that require road transit.

Key words: Productivity measurement; Lean logistics; Vehicle tracking; GPS.

¹ Contribuição técnica ao 31º Seminário de Logística – Suprimentos, PCP, Transportes, 19 a 22 de junho de 2012, Belo Horizonte, MG, Brasil.

² Eng. Controle e Automação. Diretor Tecnologia. FullTime – DDMX Inteligência em Análise de Dados S/A

³ Eng. Mecânico. Gerente Operacional. Arconcal – Transporte Comercio e Indústria Cazanga LTDA.

⁴ Eng. Produção. Engenheiro de Produção. Usiminas – Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais S/A

⁵ Eng. Controle e Automação. Gerente de Operações. FullTime – DDMX Inteligência em Análise de Dados S/A



31º Seminário de Logística

Suprimentos - PCP - Transportes

1 INTRODUÇÃO

O avanço nas inovações tecnológicas somada à atual abertura do mercado tem gerado alterações no cenário econômico, político e organizacional das empresas. Uma estratégia que pode ser utilizada para sobreviver e se destacar perante a estas constantes mudanças é a adoção do sistema enxuto.⁽¹⁾ Para Harrison e Hoek,⁽²⁾ o sistema enxuto refere-se à eliminação de desperdícios, visando a satisfação do cliente e a busca pela perfeição em todos os processos da organização. Como todos os sistemas de qualidade e métodos de avaliação, o sistema enxuto permanece em constante adequação, buscando a melhoria contínua dentro dos processos da organização.

Inicialmente voltado apenas aos sistemas de manufatura, o conceito de sistema enxuto (*lean system*) foi se desenvolvendo e ganhando espaço em outras áreas do conhecimento. Dentre elas, destaca-se a logística enxuta (*lean logistics*).⁽¹⁾ O conceito de logística pode ser definido como sendo o processo de planejar, implementar e controlar o fluxo e armazenagem de materiais, bem como os serviços de informação associados, cobrindo desde o ponto de origem ao ponto de consumo, com o objetivo de atender às necessidades do cliente.⁽³⁾ Portanto, ao se tratar de logística enxuta, deve-se complementar ao conceito de logística a eliminação de desperdícios ao menor custo total.⁽⁴⁾

Uma das atividades primárias da cadeia de valor é chamada logística interna, que vem recebendo cada vez mais ênfase e grau de importância nas empresas.⁽⁵⁾ A logística interna pode ser definida como o conjunto de atividades associados ao recebimento, armazenamento, distribuição e transporte de insumos do produto, o que inclui também a programação e gestão de frotas.⁽⁶⁾ Somando o conceito de logística enxuta com a logística interna, define-se o sistema de logística interna enxuta (*internal lean logistics system*) como uma abordagem dinâmica constituída com foco no crescimento e modificações organizacionais, proporcionadas por meio da redução do desperdício e de investimentos em atividades desnecessárias.⁽¹⁾

Para que a abordagem *lean* na logística interna possa ser utilizada é necessário compreender, mapear e estudar todo o conjunto de processos associados ao recebimento, armazenamento, distribuição e transporte de insumos na organização. A partir deste ponto, é pode-se identificar a atual situação do conjunto de processos (ou o seu desempenho atual) para propor uma estratégia de melhoria. Mensurar o desempenho em logística é um assunto correntemente discutido no meio acadêmico e empresarial, dadas as vantagens em eficiência, redução de custos e competitividade que esta gestão pode proporcionar.^(7,8) Os modelos de excelência em logística que tratam dos fatores básicos para o alcance de suas melhores práticas, incluem a medição de desempenho como uma de suas dimensões para a excelência.⁽⁹⁾ Para realizar a medição de desempenho, é necessário um sistema de medição confiável e uniforme, baseando-se em dados obtidos diretamente dos processos em foco.⁽¹⁰⁾

Sistemas de medição podem ser viabilizados por meio de ferramentas que utilizam tecnologia da informação (TI), que está associada à abrangência na utilização de *softwares* e demais tecnologias de apoio.⁽⁹⁾ Segundo Lavalle e Fleury,⁽¹¹⁾ a TI permite a coleta, análise e transmissão de informações operacionais precisas viabilizando uma maior agilidade no processo decisório. A adoção de sistemas logísticos de informação é essencial para o acompanhamento e a melhoria do desempenho das organizações. Como exemplos, pode-se destacar:^(12,13)

- ERP – Sistemas integrados de gestão (*Enterprise resource planning*);



31º Seminário de Logística

Suprimentos - PCP - Transportes

- WMS – Sistemas de gerenciamento de Armazéns (*Warehouse Management System*);
- TMS – Sistemas de gerenciamento de transporte (*Transportation management system*);
- GPS – Rastreamento de frotas utilizando sistema de posicionamento global (*Global positioning system*);
- EDI – Intercâmbio eletrônico de dados (*Electronic Data Interchange*); e
- RFID e Código de barras – Identificação por rádio frequência ou código de barras.

Pesquisas no meio acadêmico tem demonstrado a utilização destas ferramentas em organizações brasileiras. Barbosa e Musseti⁽¹³⁾ concluíram, por meio de uma pesquisa levantamento, que a utilização de sistemas logísticos de informação tem aumentado nos últimos anos, principalmente as tecnologias *ERP* e *GPS*, devido a incentivos proporcionados pelo governo brasileiro na aquisição destas tecnologias. Prado, Graeml e Peinado⁽¹⁴⁾ evidenciaram como o fator mais importante da pesquisa a indicação de que as empresas utilizam a tecnologia *GPS* para melhoria na coordenação logística e controle da frota, quando esperavam que fosse motivada prioritariamente apenas para segurança contra roubos. Este conceito pode ser visto na análise de May⁽¹⁵⁾ afirmando que a tecnologia *GPS* promove muitos benefícios menos tangíveis e difíceis de mensurar, embora possua claro potencial de aumento de receita.

Com base neste cenário, a utilização de um sistema logístico de informação baseado na tecnologia *GPS* para a medição de desempenho pode ser considerada uma lacuna para pesquisa. Assim, tem-se como tema de pesquisa a medição do desempenho da logística interna numa organização por meio da tecnologia *GPS* e sistema de informação que permita a abordagem de logística enxuta na organização.

A metodologia de pesquisa adotada foi o de pesquisa-ação, a qual o pesquisador e o cliente (ou beneficiário prático) colaboram no desenvolvimento de um diagnóstico para a solução do problema de pesquisa.⁽¹⁶⁾ Nas próximas seções serão tratados os objetivos do estudo e em seguida o detalhamento da metodologia adotada.

1.1 Objetivo

O objetivo principal da pesquisa é de propor e avaliar um modelo que permite a medição automática do desempenho da logística interna e torne a organização capaz de promover a abordagem enxuta para ações de melhoria. A medição de desempenho será limitada a avaliação da produtividade do transporte rodoviário interno de cargas.

Com a apresentação e avaliação do modelo proposto, o presente estudo pretende demonstrar que a utilização da tecnologia *GPS* aliado a um sistema logístico de informação é capaz de viabilizar a medição automática da produtividade do transporte rodoviário interno de cargas. Ressalta-se a importância do tema e objetivo propostos, uma vez que evidenciam uma inovação na utilização de tecnologias já consolidadas nos meios acadêmicos e empresariais.

31º Seminário de Logística

Suprimentos - PCP - Transportes

2 METODOLOGIA

O método utilizado é o de pesquisa-ação, que se justifica dado que este é aplicável quando o pesquisador se envolve junto ao problema de pesquisa, gerando conhecimento durante um processo de implantação de melhoria. A realização do método de pesquisa-ação possui três necessidades fundamentais: preparação, ciclo e monitoramento. A Figura 1 representa o projeto desta pesquisa, seguinte os passos definidos por Coughlan e Coughlan para pesquisa-ação.⁽¹⁷⁾

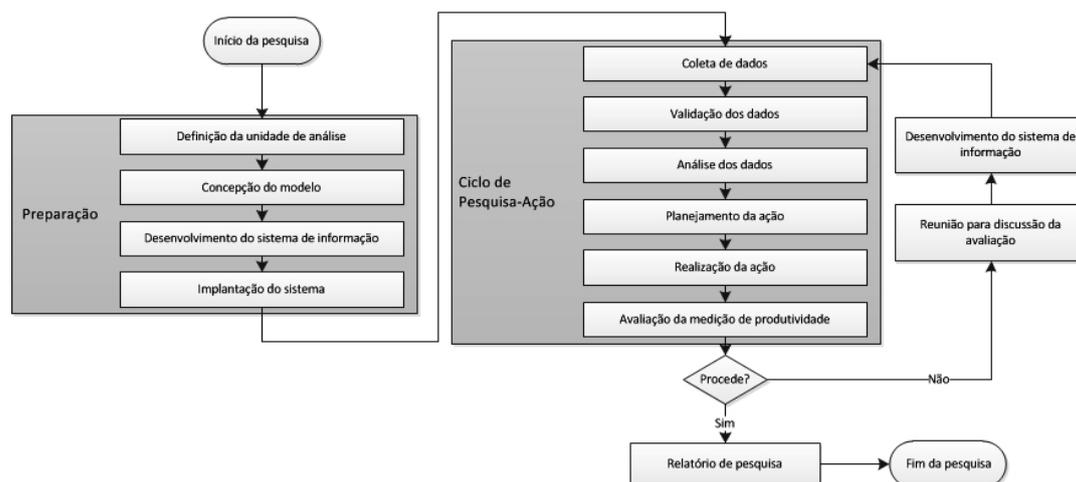


Figura 1 – Metodologia de pesquisa utilizada.

Primeiramente foi realizada a fase de preparação. Nesta fase, definiu-se a empresa que seria a unidade de análise, construiu-se a concepção do modelo em conjunto com os colaboradores da empresa, desenvolveu-se o sistema logístico de informação que torna modelo utilizável e por fim, implanta-se o sistema com a instalação dos rastreadores *GPS* nos veículos da unidade de análise.

Após a preparação inicia-se a fase de ciclos de pesquisa-ação. Ao final cada ciclo de pesquisa-ação, realiza-se uma avaliação para definir se a ação realizada procede com a realidade. Ou seja, é válida para a medição da produtividade do transporte interno de cargas e permite a aplicação da abordagem de logística enxuta. Caso não seja, o sistema logístico de informação passa por alterações para se adequar ao objetivo proposto. Caso seja válida, o estudo é finalizado e o relatório de pesquisa com as conclusões e contribuições é escrito. Em todas as atividades foi realizado o monitoramento, acompanhando e explicitando as informações trocadas ao longo do processo. Foram necessários dois ciclos de pesquisa-ação para a conclusão da pesquisa. As fases e atividades de pesquisa serão descritas nos próximos passos.

2.1 Unidade De Análise

A unidade de análise selecionada é composta por duas empresas, identificadas neste estudo por Usiminas e Arconcal. A Usiminas Siderúrgicas de Minas Gerais S/A representa um dos maiores complexos siderúrgicos da América Latina e é líder do mercado nacional de aços planos. A usina de Cubatão, unidade participante do estudo, ocupa uma área de 12,5 milhões de metros quadrados e possui capacidade para produção de 4,5 milhões de toneladas de aço por ano.

A Arconcal Transporte Comércio e Ind. Cazanga Ltda atua, dentre outras áreas, no serviço de transporte de cargas, principalmente de cargas relacionadas à mineração



31º Seminário de Logística

Suprimentos - PCP - Transportes

e siderurgia. A empresa possui base dentro da planta da Usiminas em Cubatão, com aproximadamente 50 veículos em operação, dos quais, 40 veículos tiveram rastreadores *GPS* instalados para a participação na pesquisa.

Justifica-se a participação destas empresas como unidade de análise por possuírem o tipo de parceria ideal para o tema estudado, ou seja, possuem grande interesse na otimização e melhoria dos processos de transporte interno de cargas na planta da usina. Além disso, ambas demonstraram interesse e abertura para participarem da pesquisa e possuem certificados de qualidade, o que proporciona um pensamento coerente com o objetivo do estudo.

2.2 Modelo para Medição de Produtividade

O modelo para medição de produtividade foi desenvolvido em conjunto com os colaboradores da unidade de análise. O objetivo é que o mesmo seja capaz de identificar a movimentação dos veículos entre partidas, destinos e caminhos percorridos automaticamente entre áreas específicas, chamadas de áreas de interesse (AI). Além disso, o modelo deve contabilizar os tempos de deslocamento e os tempos em que os veículos se mantiveram dentro destas áreas. Com estas informações, infere-se que a produtividade pode ser medida e acompanhada pelos gestores da frota. Para isto, foram definidos três conceitos que refletem a necessidade do cliente: fluxo, ciclo e dispersão.

Um fluxo representa o comportamento de uma movimentação de partida de uma AI e chegada em outra AI. Ele é composto pela duração do deslocamento entre estas áreas e pela duração que o veículo permaneceu dentro da área de destino. Para que um fluxo seja formado é necessário que o veículo percorra o caminho entre duas áreas de interesse dentro de uma gama de caminhos pré-definidos. Ou seja, se o veículo partiu da AI1 e chegou na AI2 fora do caminho definido, o fluxo não é contabilizado.

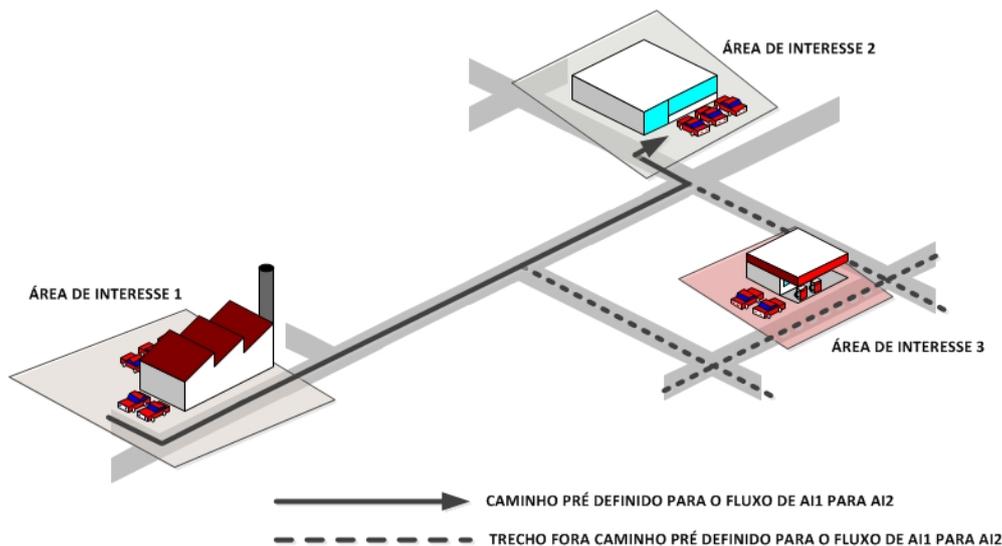


Figura 2 – Ilustração da definição de fluxo.

A Figura 2 representa uma planta hipotética de uma organização que possui três áreas de interesse (AIs) internas, sendo AI1 uma unidade de produção, AI2 um centro de estoque e AI3 um posto de abastecimento. Pode-se dizer que um fluxo da AI1 para AI2 é formado se o veículo utiliza como percurso o caminho representado pela linha contínua. Caso o veículo realize um percurso fora do caminho pré-definido



31º Seminário de Logística

Suprimentos - PCP - Transportes

o fluxo não é gerado. Na Figura 2 isto é representado com a linha tracejada onde o veículo pode entrar em AI3.

A validação de fluxos ocorre porque percursos fora de caminhos pré-definidos representam desvios da operação ótima de trabalho. Estes desvios foram definidos no modelo como dispersões. Estas dispersões podem representar idas a postos de abastecimento, refeitórios, oficinas, entre outras atividades consideradas desperdícios da operação de transporte.

Muitas das operações em logística interna utilizam operações sucessivas para transporte de cargas, principalmente quando a carga é maior do que a capacidade dos veículos que as transportará. Visto esta questão e alinhado com as necessidades dos colaboradores da unidade de análise, foi gerado o conceito de ciclo. Um ciclo representa um fluxo de ida de uma AI de partida para uma AI de destino seguido de um fluxo de volta da AI de destino para a AI de partida. Em outras palavras, é a soma de um fluxo de ida e um fluxo de volta entre duas áreas de interesse pertencentes a uma operação. Um ciclo representa a melhor prática para a operação, pois significa que não houve dispersões durante o processo e o transporte foi utilizado de maneira produtiva. Para medir a produtividade consideraram-se como indicadores:

- quantidade de fluxos: identifica o número de vezes que a operação foi realizada pelos caminhos pré-definidos, inclusive o número de idas e o número de voltas entre as áreas de interesse desejadas;
- medição dos tempos: tempo de deslocamento e tempo que o veículo permaneceu dentro da AI de destino durante a realização do fluxo. Isto permite identificar os melhores e piores casos deslocamentos além da existência de fila ou ociosidade durante a operação realizada na AI de destino; e
- quantidade de ciclos: número de ciclos realizados durante a operação desejada, permitindo a comparação entre fluxos e ciclos, o que ilustra quantas operações foram puramente produtivas dentre o número de vezes que a operação foi realizada.

A partir do modelo conceitual, pode-se desenvolver o sistema de informação que torna aplicável o modelo através de um software web.

2.3 Desenvolvimento do Sistema Logístico de Informação

O sistema logístico de informação tem por objetivo receber os dados de latitude, longitude e velocidade dos rastreadores *GPS* instalados nos veículos, tratá-los e aplicá-los sobre o modelo para medição de produtividade. Para desenvolver o sistema foi utilizado como base o sistema *RX-Frotas* da empresa *FullTime*. Isto se justifica, pois a tecnologia utilizada e o tratamento dos dados condizem com os requisitos da nova aplicação. Outro fator que apoiou a decisão foi a abertura para inclusão da nova ferramenta em um sistema que já possui infraestrutura *web* pronta. A Figura 3 apresenta um diagrama macro com o esquemático de funcionamento do SI desenvolvido nesta pesquisa. Primeiramente, os dados de latitude, longitude e velocidade são enviados pelos rastreadores *GPS* instalados nos veículos para os servidores do sistema *RX-Frotas FullTime* através de rede de celular (*GPRS*). Os dados são tratados e enviados para os servidores onde a aplicação desenvolvida por esta pesquisa se encontra instalada. A aplicação então transforma os dados em fluxos e ciclos, baseados nas configurações realizadas em conjunto com os colaboradores da unidade de análise a respeito das áreas de interesse e caminhos.

31º Seminário de Logística

Suprimentos - PCP - Transportes

Por fim, as informações são reunidas e disponibilizadas para o gestor da frota através de um sistema *web* para consulta, geração de relatórios e análise.

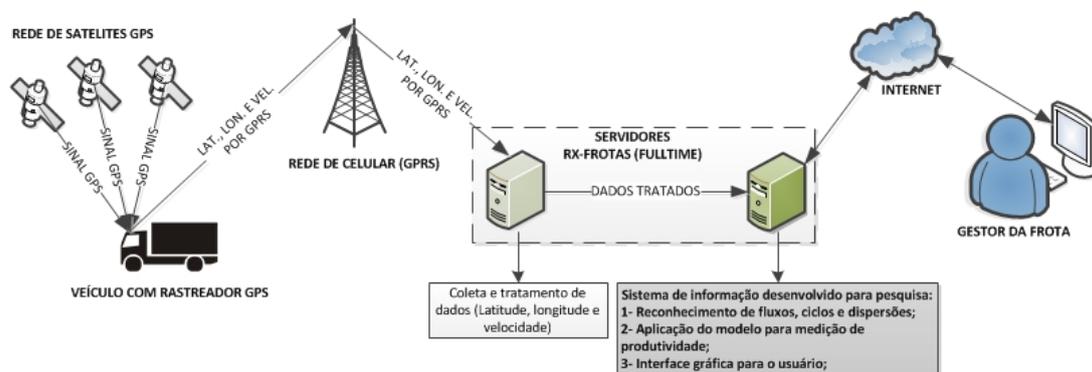


Figura 3 – Esquemático de funcionamento do sistema logístico de informação para a pesquisa.

Para que o SI desenvolvido pela pesquisa fosse capaz de aplicar o modelo proposto e apresentá-lo para o usuário foram utilizadas como tecnologias, basicamente:

- lógica difusa (*fuzzy*) para reconhecimento e separação dos fluxos;
- teoria de grafos para identificação dos caminhos configurados para os fluxos;
- plataforma de desenvolvimento java para aplicação *web* e interface com o usuário; E
- banco de dados utilizando *postgree SQL*.

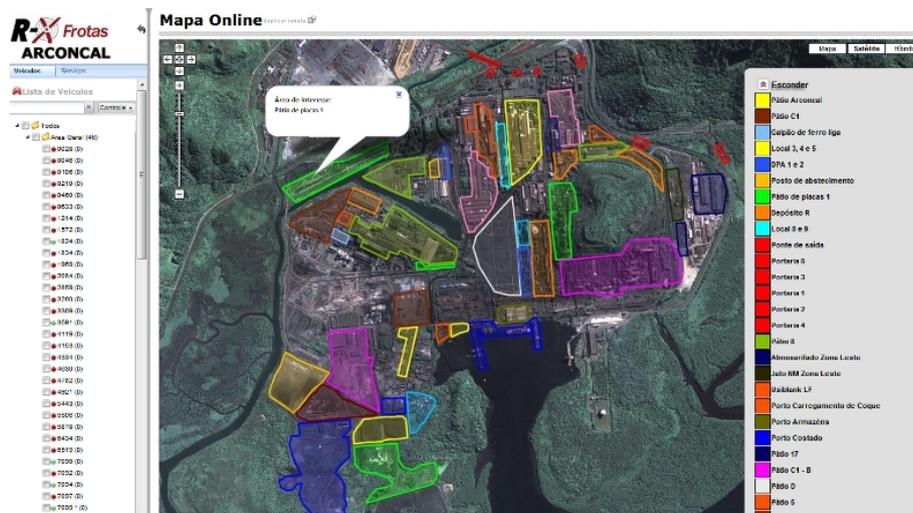


Figura 4 – Interface inicial do sistema.

A Figura 4 apresenta a tela do sistema com as áreas de interesse configuradas. Pode-se notar que há um mapa da unidade de análise onde as áreas de interesse estão representadas por polígonos de diversas cores. Cada uma corresponde a uma AI diferente. No caso, a AI “Pátio de placas 1” foi selecionada para ilustrar a aplicação e um pequeno “balão” mostra o nome da AI clicada. Nos próximos tópicos serão apresentados como se deu a implantação e a utilização do modelo de medição de produtividade por meio do SI.

31º Seminário de Logística

Suprimentos - PCP - Transportes

2.4 Implantação

Finalizando a fase de preparação da pesquisa proposta (Figura 1), realizou-se a implantação do sistema na unidade de análise. Esta atividade constitui-se de:

1. Instalação dos rastreadores *GPS* nos veículos: foi utilizado o módulo de rastreamento *RX*, desenvolvidos pela empresa *FullTime*. Justifica-se seu uso devido a sua alta taxa de amostragem (1 em 1 segundo) e devido a sua aplicação já estar adaptada para o sistema *RX-Frotas FullTime*;
2. Configuração do sistema: implica na identificação das AIs e dos fluxos que representam as operações de transporte rodoviário interno de cargas na organização. Esta atividade foi realizada com base em reuniões com os colaboradores da unidade de análise;
3. Treinamento do gestor da frota: dois colaboradores da unidade de análise foram treinados para utilizar o SI desenvolvido, sendo um representante da Usiminas e outro representante da Arconcal;

Após a implantação do sistema iniciou-se os ciclos de pesquisa-ação. Ao final de cada ciclo uma reunião foi efetuada para avaliar se a medição condiz com a realidade da operação e permite a sua medição de produtividade. Dois ciclos foram necessários para validar o modelo. Isto se fez necessário, pois ao final do primeiro ciclo os resultados obtidos não foram aprovados durante a reunião de avaliação. Para o segundo ciclo de pesquisa-ação, ajustes nos algoritmos de cálculos no SI foram realizados para atender às demandas levantadas.

Vibrante Fluxo - Perfil do Fluxo - Análise dos Veículos	
Pátio de Coque para Porto Costado (77 vezes)	Porto Costado para Pátio de Coque (72 vezes)
Tempo Médio de Deslocamento 6,83 min	Tempo Médio de Deslocamento 5,46 min
Tempo Médio Dentro da Área 19,26 min	Tempo Médio Dentro da Área 11,04 min
Detalhamento do fluxo	Detalhamento do fluxo
Informações Gerais Ciclos: 20 Média do tempo de deslocamento: 6,83 min Desvio padrão do tempo de deslocamento: 3,93 min Coef. var. do tempo de deslocamento: 57,56 % Média do tempo dentro da área: 19,26 min Desvio padrão do tempo dentro da área: 19,93 min Coef. var. do tempo dentro da área: 87,99 % Melhor Nome do veículo: 4029 * Placa do veículo: MPH 4029 AC 18 Tipo: Veículo Próprio Turno: 1 Tempo de deslocamento: 4,13 min Tempo dentro da Área: 1,73 min Tempo Total: 5,87 min Pior Nome do veículo: 6578 Placa do veículo: AJO 5878 Tipo: Veículo Próprio Turno: 1 Tempo de deslocamento: 5,22 min Tempo dentro da Área: 1 h(s) 21,67 min Tempo Total: 1 h(s) 26,89 min	Informações Gerais Média do tempo de deslocamento: 5,46 min Desvio padrão do tempo de deslocamento: 4,58 min Coef. var. do tempo de deslocamento: 83,78 % Média do tempo dentro da área: 11,04 min Desvio padrão do tempo dentro da área: 5,19 min Coef. var. do tempo dentro da área: 46,99 % Melhor Nome do veículo: 7099 * Placa do veículo: HJH 7099 Tipo: Veículo Próprio Turno: 1 Tempo de deslocamento: 3,08 min Tempo dentro da Área: 2,92 min Tempo Total: 6,00 min Pior Nome do veículo: 1824 Placa do veículo: BJJ 1824 Tipo: Veículo Próprio Turno: 1 Tempo de deslocamento: 25,90 min Tempo dentro da Área: 16,28 min Tempo Total: 42,18 min

Figura 5 – Interface do sistema na tela de análise de fluxo.

Por fim, o segundo ciclo de pesquisa-ação teve seus resultados avaliados e concluiu-se em reunião com os colaboradores da unidade de análise que o modelo implantado pelo SI era válido para medição da produtividade do transporte interno de cargas. A Figura 5 apresenta a tela do sistema com a análise de fluxo, que representa a análise de fluxo entre a AI “Pátio de Coque” e a AI “Porto Costado”. Do lado esquerdo apresentam-se as informações sobre os fluxos de ida e do lado direito sobre os fluxos de volta, divididos em informações gerais, melhor e pior caso. A quantidade de ciclos é dada no quadro “informações gerais”. Pode-se também avaliar os fluxos por veículos, o resultado pode ser visto na Figura 6.

31º Seminário de Logística

Suprimentos - PCP - Transportes



Pátio de Coque para Porto Costado (77 vezes)					
Pátio de Coque para Porto Costado (77 vezes)					
Veículo	Execuções	Ciclos	Média do deslocamento	Média dentro da Área	
0046	12	6	7,89 min	16,95 min	Analisar
0210	11	6	5,37 min	20,25 min	Analisar
0633	6	2	7,40 min	20,41 min	Analisar
1824	6	1	5,71 min	27,87 min	Analisar
3369	7	3	5,73 min	18,47 min	Analisar
4629 *	15	6	7,32 min	19,79 min	Analisar
5878	10	3	8,24 min	24,30 min	Analisar
7099 *	2	0	5,94 min	2,05 min	Analisar
7429 *	8	2	6,14 min	11,76 min	Analisar

Figura 6 – Análise de fluxo por veículos.

Na análise de fluxo por veículos, o SI apresenta a lista de veículos e seus respectivos valores de tempo de deslocamento e tempo dentro da área, além da quantidade de fluxos e ciclos. Pode-se ainda detalhar cada um dos fluxos por data, permitindo uma análise profunda da operação. Nas seções a seguir serão tratados os resultados finais obtidos, discussões e conclusões.

3 RESULTADOS

Como resultados da aplicação do sistema logístico de informação pode-se obter informações de fluxos, ciclos, tempos e a aplicação de índices de produtividade geral e por veículo para cada operação analisada. A Tabela 1 ilustra os dados que são possíveis obter com o sistema de informação desenvolvido. Estes dados dizem respeito a um dia de operação de carregamento na AI1 (Pátio de coque) e descarregamento na AI2 (Porto costado).

Observa-se que oito veículos realizaram a operação. Foram realizados 77 fluxos e 30 ciclos. Ou seja, das 77 vezes que foram realizadas a operação, 30 foram realizadas de maneira ótima e 47 com desvios de rota. Estes desvios de rota (dispersões) representam idas a outras AIs como postos de gasolina, pátios, oficinas, refeitórios, entre outros casos. O presente estudo considera tais casos como operações com desperdício.

O índice de produtividade (penúltima coluna) é a relação de ciclos por fluxo. O caso mais produtivo (100%) seria um veículo que faria a operação sem nenhum desvio, ou seja, carregando, levando a carga, descarregando e voltando para o próximo carregamento. Nota-se na tabela 1 que a média geral foi de 37% de produtividade, sendo que o melhor caso obteve 55% e o pior caso foi de 17%.

31º Seminário de Logística

Suprimentos - PCP - Transportes

Tabela 1. Resultados obtidos na consulta de um fluxo de A1 para A2 durante um dia de operação

Veículo	Fluxos	Ciclos	Tempo médio de deslocamento (minutos)	Tempo médio dentro de A2 (minutos)	Produtividade	Participação
4629	15	6	7,32	19,79	40%	19%
0046	12	6	7,89	16,95	50%	16%
0210	11	6	5,37	20,25	55%	14%
5878	10	3	8,24	24,3	30%	13%
7429	9	3	6,14	11,76	33%	12%
3369	8	3	5,73	18,47	38%	10%
0633	6	2	7,4	20,41	33%	8%
1824	6	1	5,71	27,87	17%	8%
Geral	77	30	6,72	19,97	37%	13%

A participação significa o quanto da operação cada veículo realizou. Pode-se inferir que, como o veículo que mais participou realizou 15 fluxos, seriam necessários aproximadamente 5 veículos para realizar a operação considerando um índice de produtividade de 40%. Ou seja, três veículos não precisariam ter participado da operação. Além desta, existem inúmeras análises que podem ser feitas baseados nos resultados do SI desenvolvido durante a pesquisa, estas análises proporcionam uma base para a programação de estratégias visando a eliminação de desperdícios e a implantação de melhorias, ou seja, uma abordagem enxuta.

3.1 Resultados na Produtividade

Apesar do objetivo da pesquisa ser apenas de propor e avaliar um método de medição de produtividade, reflexos positivos na produtividade foram observados pelos colaboradores da unidade de análise. Segundo os mesmos, um dos principais fatores para esta melhoria foi a implantação do sistema logístico de informação desenvolvido por esta pesquisa. A Figura 6 apresenta as toneladas transportadas entre abril de 2010 e fevereiro de 2012, período que abrange as diferenças na implantação do sistema, realizada em abril de 2011.

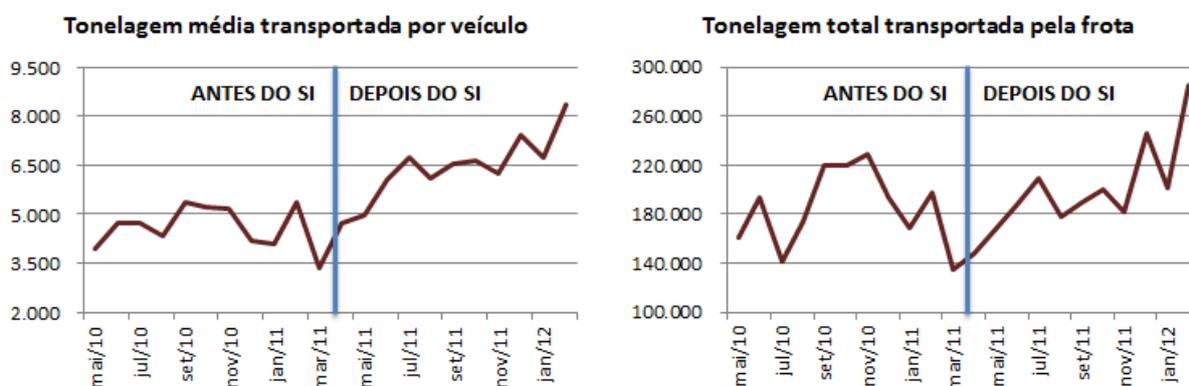


Figura 6 – Gráfico da tonagem média transportada por veículo e da tonagem total transportada.

Observando-se os gráficos, pode-se inferir que após a implantação do sistema houve um aumento significativo, principalmente na tonagem média transportada por veículo. O que indica um aumento na produtividade. Entretanto, é importante



31º Seminário de Logística

Suprimentos - PCP - Transportes

ressaltar que esta afirmação não possui embasamento estatístico, apenas ilustra o depoimento dos próprios colaboradores da unidade de análise.

4 DISCUSSÃO

Atualmente, existe um constante crescimento no uso de tecnologias *GPS* no Brasil.⁽¹³⁾ Além disso, o aumento na conscientização das organizações brasileiras de que esta tecnologia é capaz de melhorar a coordenação logística tem sido evidenciado por pesquisas acadêmicas.⁽¹⁴⁾ Os resultados do presente estudo, somados a estas afirmações apontam para a importância do tema abordado.

Resultados obtidos em pesquisas considerando a abordagem enxuta em logística interna demonstram a detecção de desperdícios e oportunidades de melhoria.^(1,5) Entretanto, os métodos utilizados permitem apenas a análise pontual da logística da organização. O método proposto neste estudo aborda a implantação de um sistema que permite o acompanhamento constante das operações de logística interna. O que viabiliza a abordagem enxuta e estratégias para a melhoria contínua.

5 CONCLUSÃO

Esta pesquisa procurou avaliar um modelo de medição de produtividade utilizando tecnologias consolidadas em níveis acadêmicos e empresariais: rastreamento por *GPS* e tecnologia da informação. Com base nos resultados obtidos pode-se dizer que o objetivo proposto neste estudo foi alcançado. Estes resultados evidenciam que é possível gerar análises sobre a produtividade da operação. Além disso, o sistema *RX-Frotas FullTime* possibilita a visualização das rotas percorridas e geração de relatórios que permitem o aprofundamento nas informações dos veículos que apontam operações improdutivas.

Segundo depoimentos dos colaboradores da unidade de análise durante as reuniões de avaliação, o sistema logístico de informação implantado permite o acompanhamento da produtividade das operações gerando oportunidades de melhoria, já que a aplicação abre caminho para o aprofundamento dos desperdícios inferidos pela medição. Isto permite realizar ações de melhoria na raiz do problema, o que condiz com o pensamento de melhoria contínua. Portanto, é possível medir a produtividade de operações de logística interna utilizando rastreamento *GPS* e tecnologia da informação de maneira a viabilizar a filosofia enxuta na organização. Entretanto, é importante ressaltar que esta conclusão limita-se a unidade de análise deste estudo. Novas pesquisas são necessárias, e em outros setores da indústria, para que o método possa ser plenamente comprovado.

Agradecimentos

Os autores agradecem as empresas Usiminas Siderúrgicas de Minas Gerais S/A e Arconcal Transporte Comércio e Ind. Cazanga Ltda pelo interesse, informações e tempo cedidos, além da disponibilidade para utilização e avaliação dos resultados de pesquisa. Agradecem também a todos os colaboradores da empresa Fulltime DDMX Inteligência em Análise de Dados S/A, que trabalharam com vigor para que o sistema logístico de informação desenvolvido nesta pesquisa fosse integrado ao sistema *RX-Frotas FullTime* com tamanha agilidade.



31º Seminário de Logística

Suprimentos - PCP - Transportes

REFERÊNCIAS

- 1 ZAGO, C.A.; RIGONI, J.; ASSUMPÇÃO, R.M.; GOMES, S.M.; RODRIGUEZ, C.M.T. Logística interna enxuta: um estudo na Agco do Brasil. In: V SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA – SEGeT, 2008, Resende-RJ.
- 2 HARRISON, A.; HOEK, R.V. Estratégia de gerenciamento de logística. São Paulo: Futura, 2003.
- 3 NOVAES, A.C. Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação, Rio de Janeiro: Ed. Câmpus, 2001.
- 4 BOWERSOX, D.J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M.B. Gestão logística de cadeias de suprimentos. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- 5 BECKER, D.; MULLER, C.J. Melhoria de processo na logística interna de empresa do setor metal mecânico. Universidade Federal do Rio Grande de Sul, 2011. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/33176>> Acesso em: 05 de abril de 2012.
- 6 PORTER, M.E. Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior. Rio de Janeiro: Ed. Câmpus, 1990.
- 7 FORSLUND, H. The size of a logistics performance measurement system. Facilities, v. 29, n. 3, p. 133-148, 2011.
- 8 BIROU, L.; GERMAIN, R.N.; CHRISTENSEN, W.J. Applied logistics knowledge impact on financial performance. International Journal of Operations & Production Management, v. 31, n. 8, p. 816-834, 2011.
- 9 WANKE, P. Impactos da sofisticação logística de empresas industriais nas motivações para terceirização. Gest. Prod. [online], v.11, n.3, p. 455-467, 2004.
- 10 BARBOSA, D.H.; HERRERA, V.E.; KURUMOTO, J.S.; MUNETTI, M.A. A utilização de medidas de desempenho logístico no setor sucroalcooleiro: um estudo de caso exploratório. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, v. 5, p. 103-116, 2007.
- 11 LAVALLE, C.; FLEURY, P.F. Avaliação da organização logística em empresas da cadeia de suprimentos de alimentos. Revista de Administração Contemporânea, v. 4, n. 1, p. 67-67, 2000.
- 12 MONTEIRO, A.; BEZERRA, A.L.B. Vantagem competitiva em logística empresarial baseada em tecnologia da informação. In: VI SEMINÁRIOS EM ADMINISTRAÇÃO, mar. 2003, São Paulo-SP.
- 13 BARBOSA, D.H.; MUNETTI, M.A. Logistics information systems adoption: an empirical investigation in Brazil. Industrial Management & Data Systems, v. 110, n. 6, 2010.
- 14 PRADO, J.; GRAEML, A.R.; PEINADO, J. Percepção dos benefícios do uso de sistemas de rastreamento de veículos pelos transportadores rodoviários. In: XV SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, nov. 2008, Bauru-SP.
- 15 MAY, J. How a GPS fleet management system can secure transported goods. Caribbean Business, v. 34, n. 12, 2006.
- 16 BRYMAN, A. Research Methods and Organization Studies (Contemporary Social Research). Londres: Ed. Routledge, 1989.
- 17 COUGHLAN, P.; COUGHLAN, D. Action research for operations management. International Journal of Operations & Production Manag., v. 22, n. 2, p. 220-240, 2002.