

# REDUÇÃO DOS CICLOS FERROVIÁRIOS DOS VAGÕES GDE, GÔNDOLA E PLATAFORMA E DO CICLO DE PERMANÊNCIA RODOVIÁRIA NO TERMINAL INTEGRADOR SANTA LUZIA\*

Natália Caixeta Rocha<sup>1</sup>

## Resumo

O Terminal Integrador de Santa Luzia (TISL) recebe materiais de origem siderúrgica (fio máquina, bobinas, fardos e chapas grossas) dos clientes Arcelor Mittal Monlevade, Aperam e Usiminas por via ferroviária e os armazena até que sejam despachados para os clientes finais, por via rodoviária. O fluxo inverso (recebimento rodoviário e escoamento ferroviário) é realizado para o cliente Gerdau (tarugos e vergalhões) e para o minério da Usiminas. Os fluxos ferroviários são realizados por vagões Gôndolas, GDE e Plataformas, os quais possuem um ciclo dimensionado para o atendimento ao volume orçado anual, sendo um importante indicador de performance para o TISL, assim como o ciclo de permanência rodoviária. Inicialmente, o tempo de permanência de vagões e carretas estava muito acima da meta determinada e, com o objetivo de reduzir o tempo destes ciclos, foi desenvolvido um projeto de aumento produtividade no terminal. O projeto teve como base a implantação da cultura TPS na busca pela melhoria contínua dos processos, juntamente com a estruturação apresentada na metodologia do PCDA, resultando em grandes ganhos em produtividade.

**Palavras-chave:** Ciclo ferroviário; Terminal siderúrgico; Produtividade de vagões; TPS.

## REDUCTION OF GDE, GONDOLA AND PLATFORM WAGON CYCLES AND ROAD CYCLE IN TERMINAL INTEGRADOR SANTA LUZIA

### Abstract

The Terminal Integrador Santa Luzia (TISL) receives steel-based materials (wire rods, steel coils and heavy plates) from Arcelor and Usiminas customers by rail and stores them until they are sent to end customers, by road (trucks). The reverse flow (receiving road and rail sending) is performed to the customer Gerdau (billet and rebar) and the iron ore from Usiminas. Rail flows are performed by Gondola, GDE and Platforms wagons, which have a scaled cycle to meet the annual budgeted volume, that is an important performance indicator for TISL, as well as the road dwell cycle. Initially, wagons and trucks cycle time was much higher than the given target, and with the aim of reducing these cycles, we developed a project to increase productivity in the terminal. The project was based on the development of TPS culture in the quest for continuous improvement of processes, along with the structure shown in PCDA methodology, resulting in big gains in productivity.

**Keywords:** Rail cycle; Integrator terminal; Wagons productivity; TPS.

<sup>1</sup> *Engenheira Mecânica – Universidade Federal de Uberlândia, Analista Operacional, Planejamento e Controle de Operações TISL/TIOP, VLI, Santa Luzia, Minas Gerais, Brasil.*

## 1 INTRODUÇÃO

O Terminal Integrador de Santa Luzia (TISL), opera como um centro avançado de clientes siderúrgicos para distribuição de cargas na grande Belo Horizonte, interior de Minas Gerais, São Paulo e região Sul do Brasil. O TISL também é responsável pela movimentação de minério de ferro destinado ao abastecimento de usinas siderúrgicas e exportação via Porto de Tubarão, em Vitória (ES). Possui capacidade para movimentar 120 mil toneladas mensais de produtos siderúrgicos acabados e 200 mil toneladas mensais de granéis e minério de ferro.

O TISL recebe materiais de origem siderúrgica (fio máquina, bobinas, fardos e chapas grossas) dos clientes Arcelor e Usiminas por via ferroviária e os armazena até que sejam despachados para os clientes finais, por via rodoviária (caminhões). O fluxo inverso (recebimento rodoviário e expedição ferroviária) é realizado para o cliente Gerdau (tarugos e vergalhões) e para o minério da Usiminas.

Os fluxos ferroviários são realizados por vagões Gôndolas, GDE e Plataformas, os quais possuem um ciclo dimensionado para o atendimento ao volume orçado anual, sendo um importante indicador de performance para o TISL, assim como o ciclo de permanência rodoviária. A princípio a meta determinada de ciclos de vagões não estava sendo atingida e os tempos rodoviários estavam acima do proposto operacionalmente. Diante deste cenário foram traçadas as metas para o desenvolvimento deste trabalho no TISL: redução dos ciclos ferroviários e rodoviário. Este projeto tem como base a implantação da cultura TPS (Toyota Production System) com a aplicação de ferramentas de melhorias de processos, mapeamento de fluxos e estudos de tempos e movimentos, com o propósito de otimizar os processos envolvidos, reduzir os tempos ciclos e consequentemente aumentar a produtividade do terminal.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto foi desenvolvido com base nas ferramentas do Toyota Production System (TPS) ou também conhecido como *Lean Manufacturing* (manufatura enxuta).

O Sistema Toyota de Produção (TPS) é uma filosofia de gestão focada na redução dos sete tipos de desperdícios (superprodução, espera, transporte, excesso de processamento, inventário, movimento e defeitos). Eliminando esses desperdícios, a qualidade melhora e o tempo e custo de produção diminuem. As ferramentas apresentadas pelo TPS incluem processos contínuos de análise (*kaizen*), produção "pull" (no sentido de kanban) e elementos/processos à prova de falhas (Poka-Yoke). [WOMACK E JONES, 2003]<sup>1</sup>.

A filosofia do TPS vem sendo implantada no TISL desde 2014, e mostrou-se muito forte no desenvolvimento deste projeto na busca melhorias contínuas dos fluxos. O TPS visa atender a necessidade do cliente da maneira mais simples possível, com um menor valor, aproveitando ao máximo todos os recursos disponíveis para a produção e tendo como consequência um melhor custo benefício para o cliente.

A base de todas as ferramentas do TPS foi o desenvolvimento de pessoas, sendo que os ganhos em melhoria só são obtidos através de pessoas com iniciativa, motivadas e qualificadas.

A metodologia do PDCA foi utilizada no mapeamento de oportunidades de melhoria para atuação sobre todo processo, auxiliando e estruturando a utilização das ferramentas do TPS durante todo o desenvolvimento do projeto.

## 2.1 Diagnóstico inicial

Inicialmente, foi realizada uma análise dos quatro ciclos antes do desenvolvimento da metodologia. A Figura 1 abaixo mostra o cenário anterior (primeiro semestre de 2015) comparando a média dos ciclos realizados com os tempos de projeto de cada ciclo.



Figura 1. Comparativo cenário anterior com o tempo de projeto para os ciclos.

Com base neste cenário, definiram-se cada uma das metas: o valor de projeto de cada ciclo foi definido como a “meta máxima” (meta desafio), e a “meta mínima” tomada com base nos valores históricos de 2014 (tempo mínimo realizado em 2014). Uma lacuna de 30% entre meta máxima e mínima foi determinada para se obter o valor da meta de cada ciclo. A Tabela 1 apresenta os valores de meta definidos.

Tabela 1. Definição das metas para cada ciclo

Valores de referência	GDE (h)	Gôndola (h)	Plataforma (h)	Rodoviário (h)
Mínimo	16,61	67,19	57,20	3,50
Meta	12,68	35,56	36,76	3,00
Máximo	11,00	22,00	28,00	2,50

## 2.2 Análises dos processos e capacitações

Diante de um cenário de ciclos muito acima da meta, foram utilizadas várias ferramentas de análise dos processos, em busca das causas raízes e soluções com foco em resultados: *Brainstorming*, Diagrama de Causa e Efeito (ou *Ishikawa*), e Matriz de Priorização para definição de um Plano de Ação.

Uma importante etapa no desenvolvimento do projeto foi a capacitação das equipes. Todas as equipes do terminal, da ferrovia e a liderança foram treinadas com intuito de desenvolver a cultura do *Lean Manufacturing* entre o principal elemento da melhoria contínua: as pessoas. Com os operadores e a liderança capacitados e engajados na busca pela solução de problemas, e juntamente com a experiência, conhecimento e habilidades das pessoas que trabalham diretamente no processo, várias melhorias já

foram implantadas desde o início do projeto. A estas melhorias dá-se o nome de *Kaizens*, do japonês “mudança para melhor”, o que significa que toda a equipe está continuamente procurando ações para melhorar a produção e as pessoas em todos os níveis suportam o processo de melhoria [TOYOTA, 2015]<sup>2</sup>.

### 2.3 Análises do Ciclo Gôndola

Com a execução do plano de ação e o desenvolvimento de vários *Kaizens*, um grande reflexo já foi percebido nos indicadores. Entretanto, viu-se a necessidade de priorizar um dos fluxos para um nível de análise mais detalhado e a aplicação das ferramentas como Mapa de Fluxo e Valor (MFV) e a Análise de Tempos e Movimentos para identificação de desperdícios e melhorias nos processos. Em junho de 2015, realizando uma análise do cenário, percebeu-se que o Ciclo Gôndola era o fluxo mais descolado da meta, com 97,1% de produtividade em relação à meta máxima. O Ciclo Gôndola foi então priorizado para o desenvolvimento desta análise.

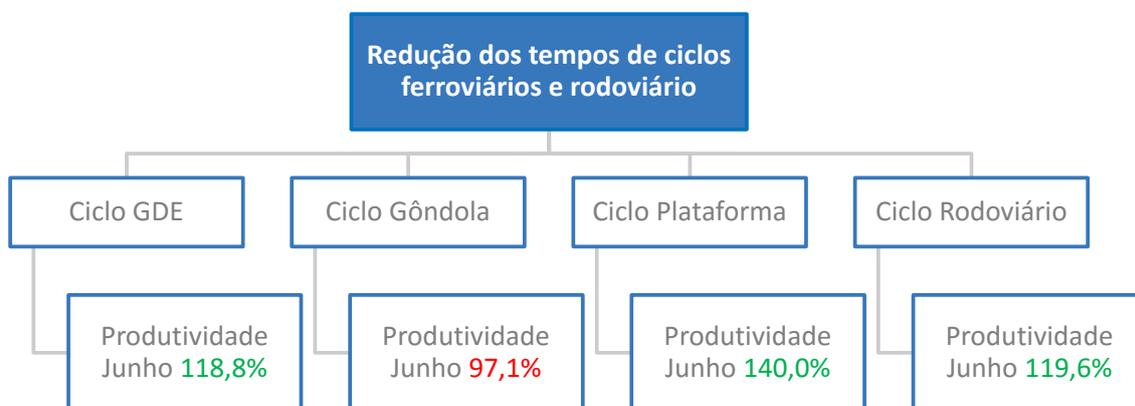


Figura 2. Análise da produtividade dos ciclos em junho/2015.

O MFV do Ciclo Gôndola foi traçado mapeando-se todo o fluxo do material que este vagão transporta, o fio máquina, desde sua fabricação na usina até seu envio final para o cliente (setas azuis – Figura 3). Também foi mapeado todo o fluxo de informações necessárias para fazer girar este sistema (setas laranjas – Figura 3).



Figura 3. Mapa de Fluxo de Valor do fio máquina.



Figura 4. Layout e etapas do fluxo do fio máquina.

Da análise do MFV, foram encontradas várias oportunidades de melhoria: sobre a densa quantidade de informações necessárias no fluxo foi desenvolvida a integração dos sistemas operacionais do TISL e do cliente (BBA); entre as operações do terminal e da ferrovia foram estabelecidas melhorias de comunicação efetiva; e em todas as atividades de movimentação do material foram desenvolvidas melhorias de processos analisadas pela Medição de Tempos e Movimentos.

Mais uma ferramenta importante do *Lean* é o *Takt Time*, definido como a frequência necessária para cada atividade de acordo com a necessidade do cliente, o que caracteriza a “produção puxada”. No Ciclo Gôndola, pode-se identificar dois clientes: **a ferrovia**, para a qual devemos atender num determinado ritmo de descarga para entrega de vagões vazios para circulação; e **o cliente final BBA**, para o qual devemos atender com o carregamento de carretas de acordo com sua demanda. Com isso, foram obtidos os seguintes *takt times* destas atividades, e os tempos ciclos para as demais atividades, destacados na Figura 5 abaixo.



Figura 5. Definição dos *Takt Times*.

Tendo definido os tempos necessários dentro do fluxo, foram realizadas as medições de tempo em cada uma das atividades. O gráfico na Figura 6 apresenta dentro das medições realizadas, os tempos máximos e mínimos obtidos em cada atividade, e a sua variação máxima em relação a meta (*takt time*).

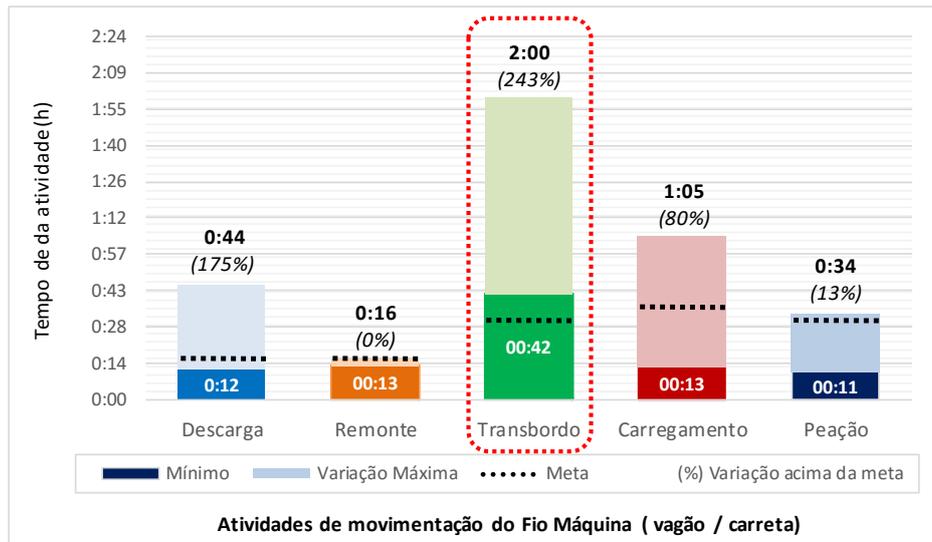


Figura 6. Medição de tempos em cada atividade.

A partir da análise do gráfico, podemos perceber que nas atividades onde tem-se uma grande variação entre máximo e mínimo é necessário um acompanhamento de padronização da atividade e reciclagem dos operadores para estabilizar a atividade em torno do tempo de meta.

Como na medição de tempos também foi identificado um gargalo na operação de transbordo, não sendo suficiente para atender ao *takt time* definido, foi disponibilizada uma carreta a mais no circuito, dobrando a capacidade de transferência de material de um pátio a outro. Um ciclo de transbordo antes realizado em 1h passou a ser realizado em 35 min.

Além disso, várias outras medições foram realizadas, estratificando cada etapa por atividades específicas para identificar os desperdícios em cada processo. As imagens abaixo apresentam os principais desperdícios encontrados.



Figura 7. Identificação de desperdícios no processo.

Após a indentificação dos desperdícios, dos gargalos e das oportunidades de melhoria a partir da descarga do fio máquina, foi elaborada uma simulação do modelo de descarga otimizado. Através da ferramenta chamada Diagrama de Gantt em que todas as atividades que ocorrem simultaneamente são representadas em uma linha do tempo, foi possível desenhar o modelo ótimo, sincronizando as atividades e eliminando os tempos de espera gerados por atividades interdependentes.



Figura 8. Diagrama de Gantt – Modelo de Descarga Otimizado.

## 2.4 Execução e Padronização

Por fim, foi definido e padronizado um novo modelo de descarga otimizado, sendo também elaborada uma simulação do modelo para que os operadores fossem treinados de forma didática com o passo a passo do novo padrão.

Desta forma, foi possível colocar em prática todo o planejamento da descarga e das atividades que compreendem o fluxo do fio máquina, cujo reflexo foi percebido diretamente nos resultados obtidos.

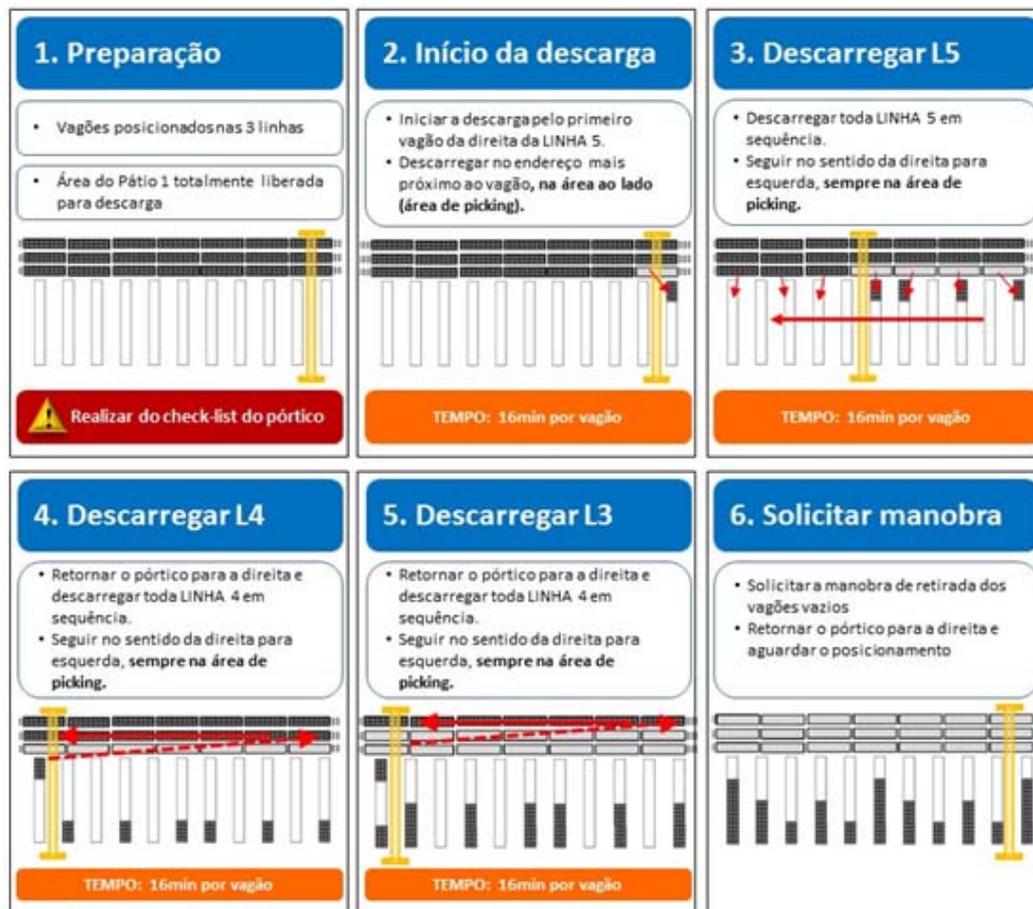


Figura 9. Exemplo das Instruções de Trabalho do novo Modelo de Descarga Otimizado.



Figura 10. Foto da execução do novo Modelo de Descarga Otimizado.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento do projeto desde junho até dezembro de 2015 com a aplicação das ferramentas do TPS e a implantação da cultura do *Lean Manufacturing*, possibilitou a obtenção de resultados bastante satisfatórios para os quatro indicadores de ciclo almejados. O ganho potencial quantificado com a redução de cada um dos ciclos foi calculado em cima da ociosidade gerada nos processos de cada fluxo, ou seja, na maior capacidade para realização de um maior volume.

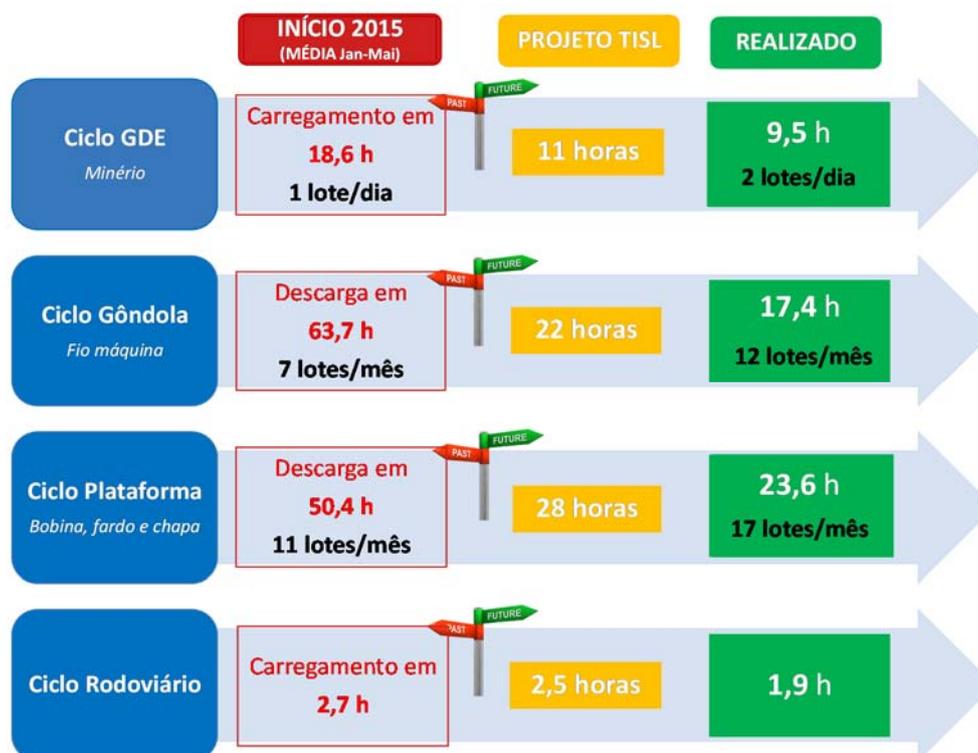


Figura 11. Resultados obtidos nos ciclos.

No Ciclo Gôndola, o ganho em capacidade aumentou de 7 para 12 lotes no mês, demonstrando que a melhor performance alcançada na descarga refletiu diretamente na redução do ciclo e possibilitou a negociação com o cliente para o envio de mais volume, inserindo novos clientes finais na matriz de cargas da Arcelor no TISL.

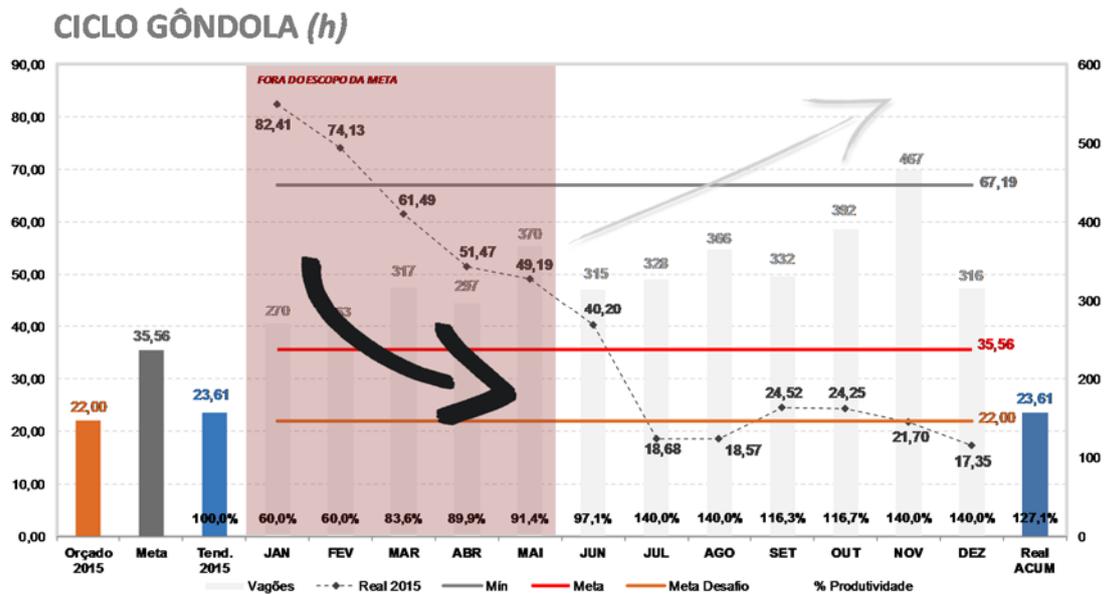


Figura 12. Resultados do ciclo Gôndola.

## 4 CONCLUSÃO

Este projeto satisfaz seu objetivo de reduzir os tempos de ciclo presentes no TISL, aplicando as ferramentas do TPS e implantando a cultura do Lean Manufacturing na busca pela melhoria contínua dos nossos processos.

Superou-se a meta máxima estabelecida em todos os ciclos, sem nenhum investimento. Só no Ciclo Gôndola, a redução do início do ano para o último mês foi de 73%, demonstrando o grande potencial da metodologia e da cultura implantada. No ciclo Plataforma a redução foi de 53%, no GDE foi de 49%, e no Rodoviário de 30%, comparando a média anterior a maio e a média a partir de junho.

Além dos resultados quantitativos, evidenciam-se os ganhos intangíveis de maior qualidade nos serviços e maior segurança operacional, e os demais ganhos como reflexo da melhor performance obtida: maior reconhecimento dos clientes e maior capacidade de atendimento ao cliente.

Atribui-se todo o desenvolvimento do projeto ao envolvimento das pessoas, tanto do nível operacional que se motivaram e se engajaram na busca por melhorias, como no nível da liderança que foram referências no incentivo e no apoio à solução de problemas.

Por fim, o TISL fechou o ano de 2015 alcançando um novo patamar de performance e reconhecimento dos clientes e da companhia, marcando uma grande evolução em um ano conturbado para a siderurgia em geral.

## Agradecimentos

Agradeço à VLI pela grande oportunidade de desenvolvimento profissional e pessoal, com grande fomento à formação de carreira iniciada como trainee ferroviária pela empresa. Agradeço à toda equipe do TISL e da Operação Ferroviária do Sertão e Minas-Bahia pelo apoio, motivação e engajamento no desenvolvimento do projeto.

## REFERÊNCIAS

- 1 Womack J, Jones DT. Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth for Your Corporation, Simon and Schuster, New York, NY, 2003.
- 2 Toyota. Toyota Production System and what it means for business. Toyota Production System Brochure - Material Handling [acesso em 10 de dezembro de 2015]. Disponível em: <http://www.toyota-forklifts.eu>.
- 3 Dennis P. Produção Lean Simplificada / Pascal Dennis. Tradução Rosalia Angelita Neumann Garcia – 2ed. – Porto Alegre: Bookman, 2008.
- 4 Júnior RAA. Procedimento para Gestão de Descarga de Vagões Siderúrgicos na MRS. Monografia (Curso de Especialização em Transporte Ferroviário de Carga) - Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2008.
- 5 Liker JK. O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Tradução Lene Belon Ribeiro. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- 6 Mauro VM. Análise do Impacto da Aplicação da Filosofia Lean em Armazéns e Centros de Distribuição – O caso de um centro de distribuição de peças automotivas. Dissertação de Mestrado Universidade Federal de Santa Catarina Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Florianópolis, 2009.
- 7 Snee RD. Lean six sigma – getting better all the time. International Journal of Lean Six Sigma, v. 1, n. 1, p. 9-29, 2010.