

OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS LOGÍSTICOS POR MEIO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR E AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS ROBÓTICOS (RPA)*

Edney da Silva Dias¹
Eduardo Kuhf²
Fernanda Jansen³
Leticia Fuchs⁴
Micael Leandro⁵
Rodrigo Deperon⁶
Walter Coan⁷

Resumo

O objetivo deste trabalho é apresentar um projeto desenvolvido para maximizar a taxa de ocupação dos veículos que carregam na ArcelorMittal Vega, por meio da utilização de programação linear combinada com métodos de automação de processos robóticos (RPA - Robotic Process Automation), de modo a atender todas as premissas do modelo de expedição de cargas, tais como: restrições de clientes, capacidade máxima por tipo de veículo e distribuição de volumes para as transportadoras de acordo com as metas acordadas. O uso de ferramentas de otimização e automação, integradas ao ERP (Sistema Integrado de Gestão Empresarial), utilizado pela empresa, permite realizar o processo de programação de transportes em massa, obedecendo multicritérios. A ausência de ferramentas que auxiliem neste processo, impacta diretamente na produtividade, na capacidade intelectual dos recursos alocados, na taxa de ocupação dos veículos, na capacidade de expedição da fábrica e no nível de serviço ao cliente. Visando aumentar a eficiência nos processos, melhorar a taxa de ocupação da capacidade dos veículos e consequentemente a capacidade de expedição, foi implementada a solução para aperfeiçoar o processo de programação de cargas e agregar valor ao negócio quanto a entrega ao cliente final.

Palavras-chave: RPA- Robotic Process Automation; Programação Linear; Logística Enxuta, Programação de Cargas.

LOGISTICAL PROCESS OPTIMIZATION BY LINEAR PROGRAMMING AND ROBOTIC PROCESS AUTOMATION (RPA)

Abstract

The objective of this work is to present a project developed to maximize the occupancy rate of the vehicles that load at ArcelorMittal Vega, through the use of linear programming combined with robotic process automation (RPA) methods, in order to meet all assumptions of the cargo shipment model, such as: customer restrictions, maximum capacity per type of vehicle and distribution of volumes to carriers according to logistic planning. The use of optimization and automation tools, integrated with the ERP (Integrated Management System), used by the company, allows the mass transport scheduling process to be performed, obeying multiple criteria. The lack of tools that assist in this process, directly impacts the productivity, absorbs all the intellectual capacity of the human resources, the profitability of the conveyor, the capacity of shipment of the plant and the customer service level. In order to increase efficiency in the processes, improve the capacity utilization rate of the vehicles and consequently the capacity of shipment, the solution was implemented to improve the process of scheduling loads and to add value to the business in terms of delivery to the final customer

Keywords: RPA- Robotic Process Automation; Linear Programming; Logistics Lean, Load Scheduling.

¹ Pós Graduação em Gestão Empresarial, Superior em Tecnologia Logística, Especialista de Logística, Departamento de Logística, ArcelorMittal Vega, São Francisco do Sul, SC - Brasil

² Pós Graduação em Gestão Logística Empresarial, Superior em Engenharia de Produção e Sistemas, Especialista de Logística, Departamento de Logística, ArcelorMittal Vega, São Francisco do Sul, SC - Brasil.

³ Superior em Tecnologia em Processos Gerenciais, Técnica de Logística, Departamento de Logística, ArcelorMittal Vega, São Francisco do Sul, SC - Brasil

⁴ Superior em Administração de Empresas, Técnica de Logística, Departamento de Logística, ArcelorMittal Vega, São Francisco do Sul, SC - Brasil

⁵ Graduação em Engenharia de Produção Mecânica, Supervisor de Logística, Departamento de Logística, ArcelorMittal Vega, São Francisco do Sul, SC - Brasil.

⁶ Graduação em Engenharia de Telecomunicações, Arquiteto de TI em processos logísticos e comerciais, Departamento de TI, ArcelorMittal Vega, São Francisco do Sul, SC - Brasil

⁷ Mestre em Ciência da Computação, Consultor, Domo Soluções, Joinville, Santa Catarina, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

Este projeto denominado “*Otimização de processos de programação de bobinas*”, tem como objetivo mapear e revisar o processo de programação de remessas: identificando as entradas, premissas e restrições que impactam o processo para propor uma solução que permita a programação de remessas em massa obedecendo a múltiplos critérios. Visando também a maximização da utilização total da capacidade permitida do veículo e dos pontos de carregamento da fábrica, atendendo as prioridades, as restrições dos clientes e respeitando as metas acordadas com os transportadores.

O escopo do projeto é composto pelo Desenho e Diagnóstico do processo de Programação Transporte Rodoviário de bobinas com uma visão integrada aos sistemas já utilizados empresa.

A falta de uma ferramenta que permita a validação de multicritérios, programação em massa considerando todas as combinações possíveis de modo a obter a solução ideal, traz perda de produtividade e capacidade de expedição, além do desperdício de capital intelectual da equipe. A falta de linearidade dos volumes disponíveis para expedição, condicionados a prontidão de material e liberação comercial, agrava a situação e dificulta que alguns dos funcionários realizem todas as verificações necessárias para chegar na solução ideal de programação. Dentre essas verificações podemos destacar: Quantos veículos serão carregados nas próximas horas? Quantas cargas faltam programar para determinado pátio de expedição? Quantos veículos estão parados aguardando material? O volume diário do cliente receptor determinado já foi realizado? Quantas cargas programadas ainda não foram agendadas? Quantos veículos não compareceram para carregamento? A carga crítica do cliente receptor já foi entregue? O problema se agrava em dias com alto volume de liberação, comprometendo em alguns momentos, o nível de serviço ao cliente e impactando os demais agentes envolvidos nos processos como as transportadoras e operador logístico.

A utilização da capacidade máxima do veículo aliada à previsibilidade do material a ser retirado da fábrica permite melhorar o planejamento do transportador. Caso isto não ocorra, geram-se perdas em todos os processos, que impactam diretamente no resultado financeiro das transportadoras e na capacidade de expedição da fábrica.

Em contrapartida, quando os processos da fábrica estão balanceados, torna-se atrativa favorecendo a oferta de veículos.

O atraso na programação do transporte aumenta o risco da subutilização das janelas de carregamento, conseqüentemente na perda da capacidade de expedição diária, que não pode ser recuperada, gerando um efeito cascata no processo de retirada de material. Quanto o processo não ocorre de forma cadenciada provoca um descasamento entre a oferta de veículo e o número de janelas disponíveis para carregamento. É diante deste cenário, visando melhorar o nível de serviço junto aos clientes e transportadores, que se visualiza a necessidade de um conjunto de medidas para regular o processo de programação de cargas por meio de uma solução de otimização de processos aliada com a automação de processos robóticos (RPA).

Portanto, deseja-se com a nova solução otimizar o processo de programação de cargas com os seguintes ganhos identificados:

Produtividade: Programação em massa, obedecendo a múltiplos critérios, entre eles: data de entrega e volume acordado com o cliente. Agilidade no processo de

programação permitindo antecipar as informações ao transportador, de modo acelerar o processo de retirada do material.

Aumento da capacidade de Expedição/ Faturamento da Fábrica: Utilização de programação linear de modo obter a solução ótima visando a utilização da capacidade máxima permitida do veículo.

Potencial de redução de tarifas rodoviárias: Considerando que o contrato firmado junto aos transportadores prevê o pagamento por real/tonelada carregada existe potencial para renegociação dos contratos de transportes.

Melhoria do Nível de serviço para cliente: Menor tempo de resposta e atendimento das prioridades, respeitando a política de estoque e capacidade de recebimento do cliente.

Compliance: Definição do transportador de acordo com a região de atendimento e percentual de atendimento da meta acordada no início do mês.

Alguns indicadores para serem perseguidos:

- Taxa de ocupação dos veículos (foco principal)
- Capacidade de expedição da Fábrica (foco principal)
- Tempo programação de cargas (foco principal)
- Consecução da meta contratada com o transportador (oportunidade)

1.1 Pesquisa operacional aplicada através da programação linear

Um dos principais propósitos que motivou a realização deste trabalho foi oportunidade de, através da aplicação de métodos científicos como a Pesquisa Operacional, contribuir para a melhoria do processo de programação de cargas da empresa ArcelorMittal Vega.

Segundo HILLIER, LIEBERMAN [1], “Desde o advento da Revolução Industrial, o mundo presencia o crescimento extraordinário no tamanho e na complexidade das organizações”. Este fato pode ser comprovado pela alta quantidade de processos e equipamentos adotados em qualquer empresa, ao ponto que se considera que a terceira revolução industrial ocorreu a partir da aplicação da Tecnologia da Informação e da Comunicação (TIC) no ambiente empresarial. Ainda segundo HILLIER, LIEBERMAN [1], “Um problema decorrente é que, à medida que aumentam a complexidade e a especialização, torna-se cada vez mais difícil alocar recursos disponíveis para as diversas atividades da maneira mais eficiente para toda a organização”. Sendo este fato a origem da Pesquisa Operacional que é uma abordagem científica para apoiar a gestão das organizações. Como boa parte das tecnologias adotadas atualmente, a pesquisa operacional possui seu primeiro registro de uso durante a Segunda Guerra Mundial, onde diversos cientistas britânicos e norte-americanos foram convocados para contribuir no planejamento dos recursos utilizados em diversas batalhas.

Conforme HILLIER, LIEBERMAN [1], “Quando a guerra acabou, o sucesso da Pesquisa Operacional no empreendimento bélico despertou interesse na sua aplicação fora do ambiente militar. À medida que o *boom* industrial pós-guerra progredia, os problemas causados pela crescente complexidade e especialização nas organizações ganharam novamente o primeiro plano”

Dentro da Pesquisa Operacional diversos métodos científicos são encontrados para soluções de problemas reais, como descrito anteriormente. Neste trabalho destacamos a Programação Linear como o principal método adotado para otimização da programação de cargas. Segundo HILLIER, LIEBERMAN 2013 [1], “[...] o tipo mais comum de informação envolve o problema genérico de alocar da melhor forma possível (isto é, de forma ótima) recursos limitados para atividades que competem entre si”. Portanto a programação linear nada mais é do que um modelo matemático para descrever problemas e buscar soluções de forma otimizada. Este modelo matemático resultará numa função cujos valores podem variar de forma linear, sem desvios, portanto possibilitando a solução do problema apoiado por processos computacionais.

Como explica MOREIRA [2], “Um problema típico de programação linear apresenta, portanto, duas grandes partes: uma expressão que se quer maximizar ou minimizar, chamada função objetivo. Nesta expressão surgem as variáveis fundamentais cuja quantidade será a solução do problema. Essas variáveis são chamadas de variáveis de decisão; um certo número de restrições, expressas na forma de equações ou inequações matemáticas, que aparecem e são assim formuladas devido à configuração dos próprios dados do problema. Essas restrições representam dependendo do caso limitações da situação real, como escassez de recursos, limitações legais etc.”

Uma vez descrito o modelo, diversos algoritmos podem ser utilizados para solucionar o problema, conforme HILLIER, LIEBERMAN [1], destacam-se os algoritmos: *simplex*, *simplex dual*, programação linear paramétrica e técnica do limite superior. Esses algoritmos possuem características diferentes, e devem ser utilizados dependendo da complexidade do modelo matemático que se deseja resolver com a programação linear. Diversas ferramentas de produtividade para escritórios implementam os algoritmos de programação linear como bibliotecas que podem ser aplicadas a modelos criados em planilhas eletrônicas como o Microsoft Excel. Neste caso em específico, a biblioteca Microsoft Solver foi utilizada para criação do primeiro protótipo de programação de cargas, e o mesmo modelo matemático foi transcrito para a ferramenta desenvolvida e implantada por esse projeto.

1.2 Automação de processos robóticos (RPA - Robotic Process Automation)

A implementação de RPA permite a automação de processos repetitivos e complexos, difíceis de serem realizados com precisão de forma manual. Por meio da utilização de robôs é possível validar todas as regras de negócio sem interrupção. Além disso, evita-se o desperdício intelectual da equipe.

De acordo com os princípios da logística enxuta, o capital intelectual dos recursos humanos, que trabalham na empresa e não são utilizados de forma adequada em sua plenitude ou ainda não possuem o conhecimento necessário para execução das atividades esperadas, são considerados Desperdício com Conhecimento sem ligação. Na concepção de CARVALHO [3], o desperdício com conhecimento sem ligação [...] inclui subutilização mental, criativa e física de faculdades e habilidades. Num ambiente não Lean apenas se reconhece a subutilização de atributos físicos. Algumas das causas mais comuns para este tipo de desperdício são: fraco fluxo de

trabalho, cultura organizacional, práticas de contratação inadequadas, formação fraca ou inexistente, e fraca rentabilização dos Empregados. Em contrapartida, a eliminação do tempo gasto em atividades repetitivas e que não agregam valor ao negócio, possibilita que os recursos alocados mantenham o foco especialmente no planejamento e gestão das operações permitindo uma melhora no nível de serviço ao cliente.

2 DESENVOLVIMENTO

O primeiro passo deste projeto foi o mapeamento do fluxo de planejamento da expedição, contratação de metas junto aos transportadores e definição premissas para realização do processo de Programação de Cargas da ArcelorMittal Vega, utilizando o modelo de estudo de caso prático. Foram realizadas visitas *in loco* para mapeamento dos processos e análises qualitativas com base nos dados e informações coletadas na própria empresa estudada. Além disso, foi consultada a literatura sobre os temas abordados neste projeto.

2.1 Planejamento de expedição

Para elaboração do plano de expedição são considerados:

Entradas: Plano de Produção, Plano de Faturamento, Lista de Recebedores, Posição dos estoques.

Restrições: capacidade de Expedição, Matriz de Transporte, Política de Estoques, Parada de Sistemas, Cronograma de Manutenção de Pontes.

Saídas: Plano de Expedição, Contratação de Metas com as Transportadoras e Simulação dos Estoques.

A (Figura 1) descreve o fluxo das principais atividades executadas no processo de planejamento da expedição.

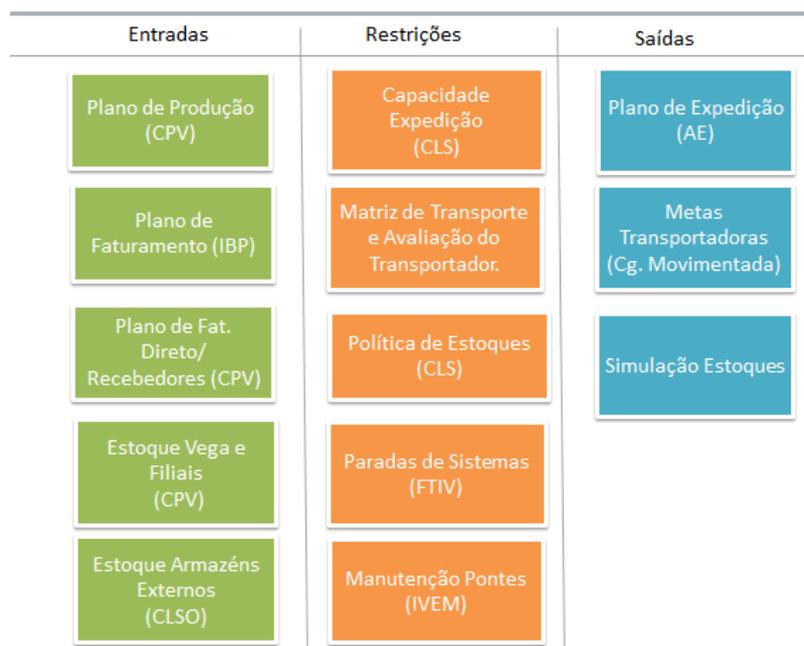


Figura 1. Fluxo de atividades no processo de planejamento de expedição.

Fonte: Primária (2019).

2.2 Distribuição das metas por transportador

A Distribuição de Metas por Transportador ocorre mensalmente com o objetivo de definir os volumes que devem ser transportados por cada um dos transportadores no próximo mês (M+1). Para isto, utiliza-se como referência a matriz de regionalização de atendimento rodoviário e o resultado das três últimas avaliações do transportador. Neste processo, também são avaliados a consecução da meta mensal do mês anterior, o histórico de ocorrências de avarias no transporte, as reclamações de clientes e a obtenção ou revogação de certificado de qualidade ISO 9001.

2.3 Processo de Programação de Cargas

Para realização do processo de programação deve-se:

- a) Analisar o volume liberado para despacho.
- b) Verificar a disponibilidade de veículos para carregamento.
- c) Verificar a taxa de ocupação dos pátios de carregamento.

A programação de carga deve ser realizada na seguinte ordem:

- Atendimento das prioridades sinalizadas pelas Áreas Comerciais.
- Atendimento do material com tempo de liberação acima de 03 dias corridos, respeitando as restrições de recebimento do cliente.

Observados os critérios acima, deve-se:

- Programar as cargas respeitando e objetivando a utilização máxima permitida do veículo.
- Atentar para o limite de recebimento diário do cliente.
- Atentar para as restrições de tipo de veículo sinalizadas pelo cliente.
- Selecionar preferencialmente os lotes do mesmo pátio a fim de evitar o carregamento em mais de um ponto de expedição para reduzir o número de manobras e conseqüentemente o aumento do tempo de carregamento.
- Priorizar a programação de bobinas com o mesmo destino (cidade) para evitar múltiplas entregas pelo transportador;
- Evitar a incidência de Frete Morto buscando alternativas para que o peso total programado esteja acima do peso mínimo contratado observando os parâmetros da Tabela 01 - Tabela de capacidade dos veículos abaixo.

Tipo de expedição	Denominação	Peso Mínimo(t)	Peso Máximo (t)	Base de cálculo(t) (Frete Morto)
T6	Carreta Vanderléia	33,000	36,000	33,000
T8	Bi-trem Convenciona	35,000	40,000	35,000
TB	Bi-trenção 8 eixos	41,000	45,000	41,000
TC	Bi-trenção 9 eixos	45,000	52,000	45,000
TD	Rodotrem Convencional	45,000	52,000	45,000
TF	Rodotrem Capota	45,000	52,000	45,000

Tabela 01 – Tabela de capacidade dos veículos

2.4 Critérios para definição do prestador de serviço de transporte

Para definir o prestador de serviço de transporte deve-se:

- Verificar as transportadoras definidas para atendimento da região do cliente.
- Observar os desvios em relação à meta estabelecida para o transportador.
- Verificar a disponibilidade de veículos ofertados.

Conforme observado a programação de transporte de modo manual é complexa, devido ao atendimento de múltiplos critérios. Além disso, não é possível testar todas as combinações possíveis de modo a obter a solução ótima de ocupação do veículo e a programação unitária do transporte, que impacta diretamente na produtividade da equipe.

2.5 Solução proposta

Após o desenvolvimento e homologação do protótipo para realização do processo de programação de remessas desenvolvido em Excel, utilizando os recursos de Visual Basic, programação linear (solver) e SAP Script, foi planejado e realizado o desenvolvimento de um software especialista para a sistematização do processo. Esse software utilizou-se da biblioteca do Microsoft Solver para construção do modelo de programação linear e sua resolução aplicada neste contexto. O software desenvolvido também conta com um conjunto de requisitos que permitem ao programador parametrizar o processo de seleção dos clientes recebedores, importação das remessas disponíveis para programação através de arquivos gerados pelo ERP SAP, seleção das remessas e execução do modelo matemático para programação otimizada das remessas. Os subtópicos a seguir descrevem as principais funcionalidades do software desenvolvido, que impactam diretamente no processo de programação linear.

A (Figura 2) descreve o fluxo das principais atividades executadas durante o processo de otimização para criação do documento de transporte.

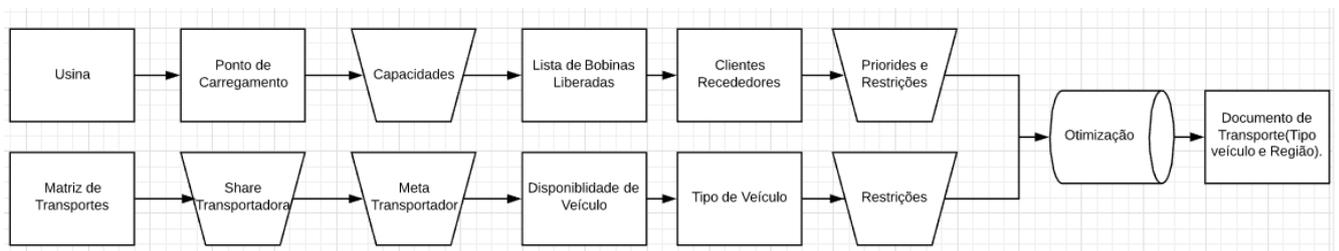


Figura 2. Processo de otimização para criação de transportes
Fonte: Primária (2019)

O processo de otimização utiliza a ferramenta solver, objetivando a solução ótima de ocupação do veículo, atendendo às prioridades, validando os critérios e atendendo às restrições. Além disso, permite a programação em massa dos transportes, promovendo ganho de produtividade da equipe.

Cadastro de clientes: Esta opção permite habilitar ou desabilitar um cliente para ter suas remessas consideradas no processo de seleção para programação de acordo com o calendário de recebimento.

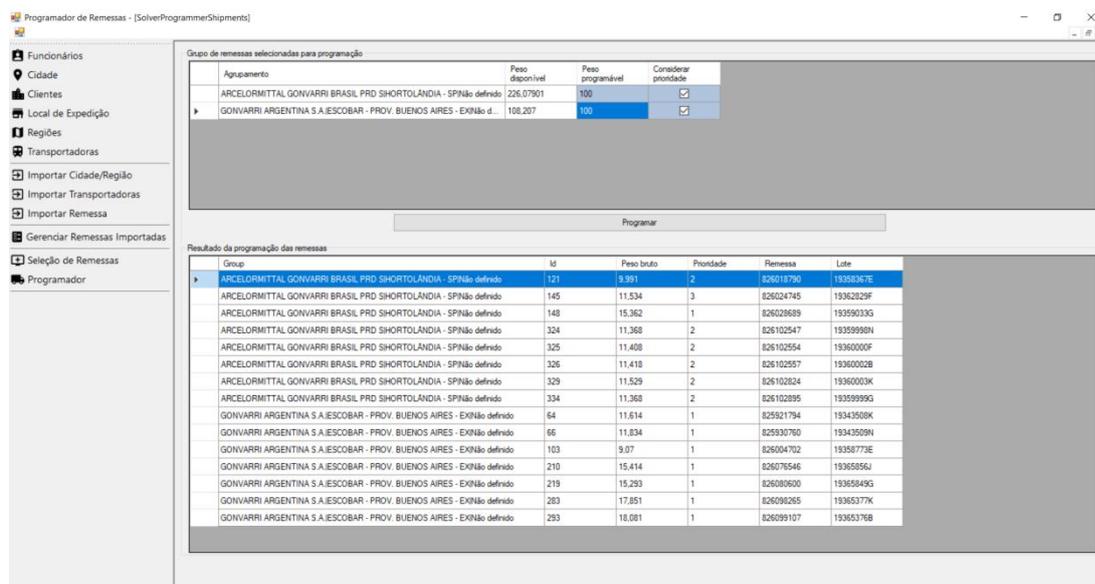
Importar arquivo de remessas liberadas: Esta funcionalidade permite importar o arquivo de dados gerado pelo ERP SAP contendo informações sobre as bobinas disponíveis para despacho e sua localização.

Seleção de lotes: A seleção de lotes é a funcionalidade responsável por permitir ao programador selecionar as remessas de bobinas que estão disponíveis para despacho e que foram importadas para o software, realizando agrupamentos dessas remessas por diferentes parâmetros como, por exemplo:

- Cliente recebedor, cidade de destino e ponto de carregamento da remessa.
- Cliente emissor, cidade de destino e ponto de carregamento da remessa.
- Cliente utilizador, cidade de destino e ponto de carregamento da remessa.
- Escritório de vendas, cidade e ponto de carregamento da remessa.
- Região de destino e ponto de carregamento da remessa.

Quando as remessas são adicionadas para seleção seus dados são separados em forma de grupos.

Programador de Remessas: Esta funcionalidade utiliza a lógica do Microsoft Solver para através da programação linear para calcular o conjunto de remessas que mais se aproxima do peso desejado. São apresentados, no topo da tela, os grupos de remessas com o peso total disponível para programação. O programador informa o peso programável (que significa a quantidade que ele deseja programar e se a lógica deve considerar a prioridade). Ao acionar o botão programar, o algoritmo do Microsoft Solver é executado e são apresentadas as remessas selecionadas dentro dos parâmetros de programação. Caso seja informado um peso programável maior que o limite definido no cliente recebedor, será apresentada uma mensagem de alerta impedindo a programação.



Agrupamento	Peso disponível	Peso programável	Considerar prioridade
ARCELORMITTAL GOIVARRI BRASIL PRD SHORTOLÂNDIA - SPINÃO definido	226,07901	100	<input checked="" type="checkbox"/>
GOIVARRI ARGENTINA S.A. ESCOBAR - PROV. BUENOS AIRES - EXINÃO d...	188,207	100	<input checked="" type="checkbox"/>

Grupo	Id	Peso bruto	Prioridade	Remessa	Lote
ARCELORMITTAL GOIVARRI BRASIL PRD SHORTOLÂNDIA - SPINÃO definido	121	9,991	2	826018790	19358367E
ARCELORMITTAL GOIVARRI BRASIL PRD SHORTOLÂNDIA - SPINÃO definido	145	11,534	3	826024745	19362829F
ARCELORMITTAL GOIVARRI BRASIL PRD SHORTOLÂNDIA - SPINÃO definido	148	15,362	1	826028689	19369033G
ARCELORMITTAL GOIVARRI BRASIL PRD SHORTOLÂNDIA - SPINÃO definido	324	11,368	2	826102547	19369998N
ARCELORMITTAL GOIVARRI BRASIL PRD SHORTOLÂNDIA - SPINÃO definido	325	11,408	2	826102554	19360000F
ARCELORMITTAL GOIVARRI BRASIL PRD SHORTOLÂNDIA - SPINÃO definido	326	11,418	2	826102557	19360002B
ARCELORMITTAL GOIVARRI BRASIL PRD SHORTOLÂNDIA - SPINÃO definido	329	11,529	2	826102824	19360003K
ARCELORMITTAL GOIVARRI BRASIL PRD SHORTOLÂNDIA - SPINÃO definido	334	11,368	2	826102895	19369999G
GOIVARRI ARGENTINA S.A. ESCOBAR - PROV. BUENOS AIRES - EXINÃO definido	64	11,614	1	825921794	19343508K
GOIVARRI ARGENTINA S.A. ESCOBAR - PROV. BUENOS AIRES - EXINÃO definido	66	11,834	1	825930760	19343509N
GOIVARRI ARGENTINA S.A. ESCOBAR - PROV. BUENOS AIRES - EXINÃO definido	103	9,07	1	826004702	19358773E
GOIVARRI ARGENTINA S.A. ESCOBAR - PROV. BUENOS AIRES - EXINÃO definido	210	15,414	1	826076546	19365856J
GOIVARRI ARGENTINA S.A. ESCOBAR - PROV. BUENOS AIRES - EXINÃO definido	219	15,293	1	826080600	19365849G
GOIVARRI ARGENTINA S.A. ESCOBAR - PROV. BUENOS AIRES - EXINÃO definido	283	17,851	1	826098265	19365377K
GOIVARRI ARGENTINA S.A. ESCOBAR - PROV. BUENOS AIRES - EXINÃO definido	283	18,081	1	826099107	19365376B

Figura 3. Programador de Remessas.

Fonte: Gama Planner (2019)

O campo divisão do peso por transporte pode receber um valor sugerido no cadastro do cliente recebedor, mas esse valor pode ser alterado. Foi incluído o campo número máximo de bobinas que, por padrão é seis, mas pode ser alterado. A rotina também verifica se no agrupador selecionado existem remessas com peso igual ou superior a 26 toneladas, separando essas remessas em programações individuais para cada uma delas.

Programador de Remessas - [Programador]

Grupo de remessas selecionadas para programação

Agrupamento	Peso disponível	Peso programável	Considerar prioridade	Divisão em número de Transportes	Divisão do peso por Transportes	Número máximo de bobinas por remessa
ARCELORMITTAL CONTAGEM S ACONTAGEM - MGNão definido	164,98	164,98	<input checked="" type="checkbox"/>	3	30	6
ARCELORMITTAL GONVARRI BRASIL PRD SHORTOLANDIA - SPInó definido	226,07901	226,07901	<input checked="" type="checkbox"/>	4	25	6

Programar

Resultado da programação das remessas

Sequência de Titulo	Grupo	Peso bruto	Prioridade	Remessa	Lote	Localização	Emissor	Recebedor	Cliente Final	Cidade
1	ARCELORMITT...	13,432	3	824685643	18229427B	Não definido	ARCELORMITT...	ARCELORMITT...	ARCELORMITT...	CONTAGEM - MG
1	ARCELORMITT...	12,114	3	824815193	18223206J	Não definido	ARCELORMITT...	ARCELORMITT...	ARCELORMITT...	CONTAGEM - MG
2	ARCELORMITT...	9,931	3	826095859	19361947E	Não definido	ARCELORMITT...	ARCELORMITT...	ARCELORMITT...	CONTAGEM - MG
2	ARCELORMITT...	15,063	1	826103040	19369367E	Não definido	ARCELORMITT...	ARCELORMITT...	ARCELORMITT...	CONTAGEM - MG
3	ARCELORMITT...	14,913	1	826102565	19361988B	Não definido	ARCELORMITT...	ARCELORMITT...	ARCELORMITT...	CONTAGEM - MG
3	ARCELORMITT...	14,933	1	826103017	19368250N	Não definido	ARCELORMITT...	ARCELORMITT...	ARCELORMITT...	CONTAGEM - MG
4	ARCELORMITT...	11,534	3	826024745	19362829F	Não definido	ARCELORMITT...	ARCELORMITT...	ELECTROLUX D...	HORTOLÂNDIA
4	ARCELORMITT...	11,529	2	826102824	19360003K	Não definido	ARCELORMITT...	ARCELORMITT...	GENERAL MOT...	HORTOLÂNDIA
5	ARCELORMITT...	27,631	1	826089270	19359186D	Não definido	HONDA AUTOM...	ARCELORMITT...	HONDA AUTOM...	HORTOLÂNDIA
6	ARCELORMITT...	11,408	2	826102554	19360000F	Não definido	ARCELORMITT...	ARCELORMITT...	GENERAL MOT...	HORTOLÂNDIA
6	ARCELORMITT...	11,418	2	826102557	19360002B	Não definido	ARCELORMITT...	ARCELORMITT...	GENERAL MOT...	HORTOLÂNDIA
7	ARCELORMITT...	11,368	2	826102547	19359998N	Não definido	ARCELORMITT...	ARCELORMITT...	GENERAL MOT...	HORTOLÂNDIA
7	ARCELORMITT...	11,368	2	826102995	19359999G	Não definido	ARCELORMITT...	ARCELORMITT...	GENERAL MOT...	HORTOLÂNDIA
8	ARCELORMITT...	9,991	2	826018790	19358367E	Não definido	ARCELORMITT...	ARCELORMITT...	GENERAL MOT...	HORTOLÂNDIA
8	ARCELORMITT...	12,222	1	826102847	19330212N	Não definido	ARCELORMITT...	ARCELORMITT...	RENAULT DO B...	HORTOLÂNDIA

Confirmar Cancelar

Figura 4. Programador de Remessas.

Fonte: Gama Planner (2019)

Exportar remessas otimizadas para processamento em massa no SAP: Esta funcionalidade permite exportar no formato CSV os dados das remessas programadas. A funcionalidade irá apresentar uma mensagem no final do processo informando o diretório onde o arquivo programacao.csv será gerado para processamento das informações por meio de RPA diretamente no SAP.

Criação dos transportes em massa no SAP: O arquivo de saída do Gama Planner (ferramenta de otimização que foi desenvolvida para a ArcelorMittal Vega) é processado automaticamente por um robô, configurado para capturar e interpretar os dados necessários para processar as informações e manipular os dados de modo a criar os documentos de transportes em massa.

3 CONCLUSÃO

O atendimento ao processo programação de cargas para expedição foi todo suportado pela solução da ferramenta Gama Planner, desenvolvida pela startup Domo Soluções, que atendeu às necessidades apontadas pela área de logística. O software especialista teve uma alta aderência aos requisitos especificados e os resultados do processo de otimização estão aderentes ao observado no protótipo desenvolvido, sendo necessários apenas alguns pequenos desenvolvimentos, que estão em andamento, para suportar o processo de definição do transportador com base nas metas estabelecidas.

Está em estudo a implantação da ferramenta na ArcelorMittal Tubarão, uma vez que os processos são similares.

Sobre os ganhos e melhorias no controle do processo, podemos observar uma significativa melhora na taxa de ocupação dos veículos, principalmente no percentual dos veículos programados que atingiram a última taxa de ocupação, 97,5% a 100% da capacidade do veículo. Nesta faixa, o número de veículos carregados passou de 33,91% para 63,24%, o que representa um ganho de 29,33%. Conforme ilustrado na Tabela 03, também houve avanços no percentual obtido nas faixas inferiores.

Taxa de Ocupação	Processo Manual	Processo Otimizado	Variação
0,9-0,925	2,61%	0,80%	1,81%
0,925-0,95	31,30%	11,08%	20,23%
0,95-0,975	32,17%	24,88%	7,29%
0,975-1	33,91%	63,24%	-29,33%

Tabela 03 – taxa de ocupação do veículo.
Fonte: Primária (2019)

Este comportamento também pode ser observado nos gráficos 1 e 2 a seguir, que comparam os processos manual e otimizado. Houve um incremento na média geral da taxa de ocupação dos veículos de 96,22% para 97,71%.

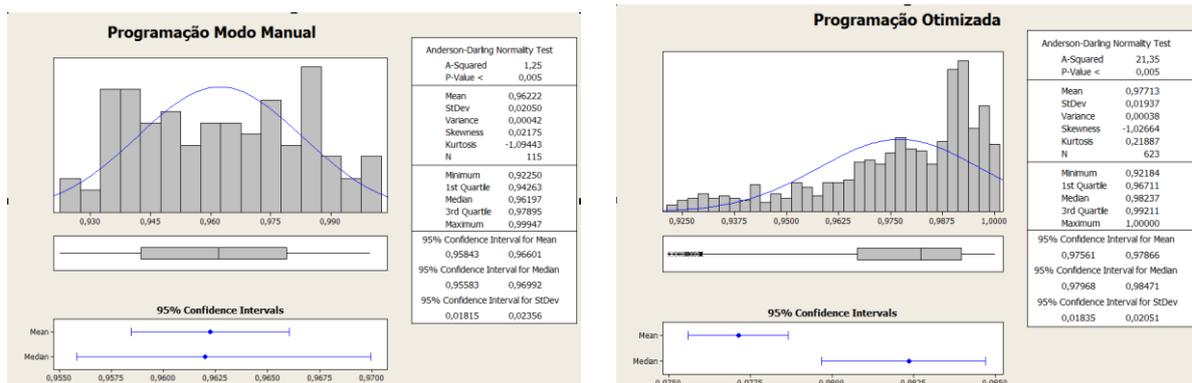


Gráfico 1. Taxa de ocupação dos veículos - Manual Gráfico 2. Taxa ocupação dos veículos - Otimizada

Quando analisamos o gráfico 02 percebe-se incremento de carregamentos nas faixas com maior percentual de ocupação da capacidade dos veículos, na comparação com os resultados ilustrados no gráfico 01.

No geral, a taxa de ocupação dos veículos apresentou uma melhora de 1,49%. Isto equivale a 0,57 toneladas por veículo expedido. Considerando que o contrato firmado junto aos transportadores prevê o pagamento por real/tonelada carregada existe potencial para renegociação dos contratos de transportes, considerando um escalonamento das tarifas vinculadas a taxa de ocupação dos veículos, permitindo dividir este ganho com o embarcador.

Segundo Ballou [4], o custo do transporte equivale a aproximadamente 2/3 dos custos logísticos, dessa forma uma perda de produtividade significa um grande impacto nos custos logísticos na cadeia de suprimentos.

Quanto ao incremento na capacidade da expedição podemos destacar que, no contexto estudado, a somatória do incremento de volume gerado pela melhoria no aproveitamento da capacidade de cada veículo carregado, corresponde ao equivalente a 2 veículos adicionais por dia.

No que se refere ao tempo gasto para programação dos transportes, os resultados evidenciaram que o tempo de programação de transportes em massa, via ferramenta, é em média 44% menor. Além disso, a qualidade da programação é significativamente melhor, visto que, durante o processo de otimização são considerados todos os critérios necessários e o resultado obtido tem uma solução ótima da taxa de ocupação inerente ao processo.

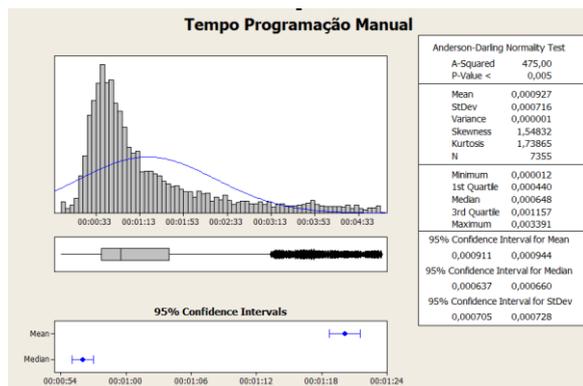


Gráfico 3. Tempo de programação - Manual

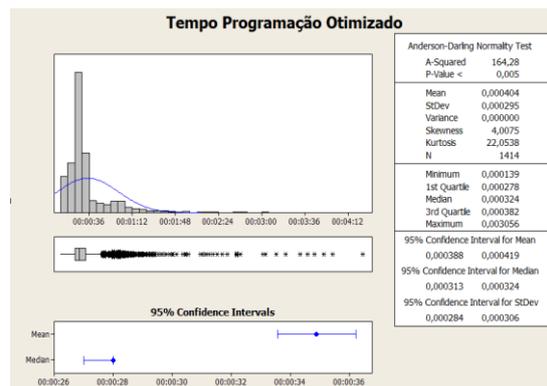


Gráfico 4. Tempo de programação - Otimizada

Estes resultados permitem afirmar que a utilização de programação linear nos processos logísticos, em especial na programação de transportes, pode trazer inúmeras vantagens adicionais, como aproveitamento da capacidade intelectual dos recursos humanos utilizados, melhoria no nível de serviço ao cliente, possibilidade de redução do custo de frete, entre outros.

Visando dar continuidade ao trabalho, pode-se aperfeiçoar o modelo incluindo novos critérios para otimização como, por exemplo, a posição da bobina dentro de cada pátio de expedição. Atualmente, o modelo busca evitar carregamento em mais de um pátio, sem verificar a posição da bobina dentro de cada pátio. Com este novo critério, pretende-se reduzir o tempo de carregamento dos veículos.

REFERÊNCIAS

- 1 HILLIER, Frederick S; LIEBERMAN, Gerald J. Introdução à pesquisa operacional. 9. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013. 1005 p. ISBN 9788580551181.
- 2 MOREIRA, Daniel Augusto. Pesquisa operacional: curso introdutório. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010. 356 p. ISBN 8522110514.
- 3 CARVALHO, Marco T. Lean Manufacturing na indústria de revestimentos de cortiça. Porto, 2010. 71 p. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica)- Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- 4 BALLOU, Ronald H. Logística Empresarial. São Paulo: Atlas; 1993.