



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
TEMA 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



Transporte Sustentável: Estudo de Caso em uma empresa no Setor Químico

Fábio Bellotti da Fonseca
fabio.fonseca@poyry.com
UNINOVE

Geraldo Cardoso de Oliveira Neto
geraldo.prod@ig.com.br
UNINOVE

José Manuel Ferreira Correia
josemcorreia2011@gmail.com
UNINOVE

Rosangela Maria Vanalle
rvanalle@uninove.br
UNINOVE

Resumo: O uso de transporte sustentável por indústrias químicas consiste em importante estratégia para a obtenção de redução de custos e minimização dos impactos ambientais. Esta pesquisa tem por objetivo averiguar a possibilidade de se aumentar a quantidade embarcada por container de um determinado produto para gerar ganho econômico e ambiental, conforme preceitua a abordagem central do transporte sustentável. O método de pesquisa utilizado foi estudo de caso. A coleta de dados foi realizada por meio de entrevista semiestruturada e observação. As vantagens econômicas foram mensuradas por meio da maximização do volume transportado por container e pela redução da quantidade de containers para o transporte e para o cálculo do impacto ambiental adotou-se o Mass Intensity Factor (MIF). Os resultados mostraram que a avaliação desenvolvida nesta pesquisa, com o emprego do transporte sustentável em empresa do segmento químico, trouxe redução de impacto ambiental e benefícios financeiros, que devem inspirar novos estudos e aplicações em outras empresas deste segmento.

Palavras Chave: Transporte Sustentável - Vantagem Econômica - Vantagem ambiental - Ecoeficiência -



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
— TERÇA, 2015 —
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



1. INTRODUÇÃO

O tipo de transporte mono modal é caracterizado quando a mercadoria é transportada da origem ao destino por um único meio de transporte, como por exemplo, por caminhão. Quando mais de um meio de transporte é utilizado, como por exemplo, por caminhão e navio, o mesmo é denominado de transporte multimodal. O transporte global geralmente ocorre na forma multimodal, através de cargas de containeres (CORBETT E WINEBRAKE, 2007). O transporte é um dos fatores-chave da cadeia de suprimentos e o tipo de modal adotado pela empresa afeta o estoque e a localização de instalações, já que move o produto entre os diversos estágios existentes na cadeia de suprimentos, presente em todas as partes envolvidas na realização do pedido de um cliente, onde o projeto, o planejamento e a operação têm forte impacto sobre a lucratividade (CHOPRA E MEINDEL, 2011). É um tema de crescente interesse para acadêmicos e profissionais e está dividido em níveis estratégicos e operacionais (SABRI E BEAMON, 2000). O transporte internacional tem um impacto crescente sobre o meio ambiente e sobre a mudança climática global, principalmente pelas emissões de dióxido de carbono (CO₂) (CARDASO et al., 2010).

Em 1997, as nações mais industrializadas do mundo assinaram o protocolo de Kyoto, com o objetivo de reduzir a emissão de gases do efeito estufa e conseqüentemente, onde transportes é um dos setores que mais contribuem para tal (UNFCCC, 1997). A emissão de CO₂ resultante da combustão de combustíveis fósseis, chega a representar 80% do total das emissões de gases do efeito estufa (AHMAD E WYCKOFF, 2003). A infraestrutura requerida pelo transporte marítimo é significativamente menor do que a exigida pelo transporte rodoviário e, que apesar de pouca energia ser demandada para a propulsão de navios, os mesmos emitem grandes quantidades de enxofre e óxido de nitrogênio (NO_x), os quais contribuem para a acidificação do solo e da água, bem como eutrofização (KAGESON, 1999).

A emissão de CO₂ na Alemanha, advinda do frete rodoviário, poderia ser reduzida via o aumento da quantidade embarcada por caminhão (LEONARDI E BAUMGARTNER, 2004), nesta situação, uma lacuna encontrada remete as empresas que transformam em seus processos produtivos, matérias-primas em diversos produtos acabados, transportados para diversos clientes industriais e com emprego de diversos tipos de embalagens. A literatura tem negligenciado os efeitos ambientais do transporte exigido por este comércio (VANVEEN-GROOT E NIJKAMP, 1999).

No caso estudado, as exportações da Alemanha para a Ásia, são realizadas através do modal rodoviário e marítimo (transporte multimodal) de frete e, o custo desta movimentação representa 5% da receita do produto analisado. Frente à necessidade de se reduzir as emissões de CO₂ e NO_x em transportes internacionais, o objetivo deste estudo é o de averiguar a possibilidade de se aumentar a quantidade embarcada por container de um determinado produto para gerar ganho econômico e ambiental. Ressalta-se que com o aumento da quantidade embarcada por container torna-se possível reduzir o número de viagens, e em conseqüência minimiza-se o consumo de combustíveis, gerando ganho econômico e ambiental, que está de acordo com (ELIASSON E PROOST, 2015) no que tange a abordagem central do conceito de transporte sustentável.

Em seqüência, a presente pesquisa está organizada da seguinte maneira: Seção 2 é apresentada a revisão da literatura, onde são definidos os conceitos de transporte sustentável e ecoeficiência no transporte; na Seção 3 a metodologia adotada no estudo de caso, para o levantamento de dados, a avaliação ambiental, a avaliação econômica e a comparação entre ganhos econômicos e ambientais. Na Seção 4 o estudo de caso em uma empresa do segmento químico e na Seção 5 a conclusão da pesquisa.



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
— TERÇA 2015 —
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



2. REVISÃO DA LITERATURA

Esta seção discute os conceitos de transporte sustentável e ecoeficiência no transporte.

2.1. TRANSPORTE SUSTENTAVEL

Uma cadeia de suprimentos é um sistema envolvendo fornecedores, clientes e produtos através de métodos de controles de estoques, compras e distribuição. Este sistema liga fornecedores a clientes desde a produção de matéria prima, por algum fornecedor, até o consumo, de um produto final, for um consumidor (SABRI E BEAMON, 2000).

O transporte internacional tem aumentado a emissão de poluentes, principalmente, gases do efeito estufa (UNFCCC, 2005). O impacto do comércio global e, conseqüentemente, o impacto, do aumento de transportes internacionais, são áreas que ainda devem ser mais bem pesquisadas (VAN VEEN-GROOT E NIJKAMP, 1999). As emissões de CO₂ aumentam, devido à extensão das rotas de transporte, motivadas pela fragmentação da produção ao redor do mundo (CADARSO et al., 2010). O dióxido de carbono (CO₂) é o gás com maior contribuição para o efeito estufa, influenciando assim, significativamente, para o aquecimento global (VASCONCELOS, 2008).

Gudmundsson e Höjer (1996) incluíram princípios de desenvolvimento e de transporte em sua pesquisa, tentando definir conceitualmente transporte sustentável, frente ao crescente desejo por mobilidade sustentável, e ao transporte crescente de pessoas e passageiro.

De acordo com a Comissão Mundial sobre o Meio-Ambiente e o Desenvolvimento (1987), desenvolvimento sustentável é aquele que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir as suas próprias necessidades.

Rondenelli e Berry (2000), sugeriram que ao invés de esperar a implementação de leis regulatórias, os *stakeholders* envolvidos nesta cadeia deveriam implementar um gerenciamento ambiental proativo, verificando atividades de transporte que podem ter impacto ambiental; analisando o tipo de impacto ambiental gerado pelas operações de transporte e; desenvolvendo meios alternativos de controle para prevenir a poluição e degradação de recursos naturais, frente ao expressivo aumento de produtos transportados e sistemas de logística e transportes se integrando, conseqüentemente, gerando impactos ambiental.

A diminuição do impacto ambiental em redes logísticas é um *trade-off* entre impacto ambiental e os custos (QUARIGUASI et al., 2008). A dificuldade de se obter dados reais da indústria estudada limitava a modelagem proposta de pegada de carbono na cadeia logística para resultados preliminares (SUNDARAKANI et al., 2010).

Hassini et al (2012) ao reverem a literatura sobre cadeias de suprimentos sustentável, não encontraram pesquisas com foco na indústria química e, concluem que, entre outros fatores, apesar de na revisão não encontrarem nenhum estudo relacionando ao gerenciamento de estoque como prática de cadeia de suprimentos sustentável, seria interessante tê-lo como tema de pesquisa futura.

O estudo de caso apresentado, demonstra que a redução de impacto ambiental em uma rede logística é possível através de um ganha-ganha ambiental e econômico, evidenciando com números recentes e reais de uma operação de empresa química de grande porte, demonstrando também a contribuição da gestão de estoque como prática contributiva para uma cadeia de suprimentos sustentável.



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
TEMA 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



2.2. ECOEFICIENCIA NO TRANSPORTE

O termo ecoeficiência é definido como uma meta geral de criação de valor ao diminuir o impacto ambiental, sendo que sua parte empírica aborda a relação entre o impacto ambiental e o ganho econômico (HUPPES E ISHIKAWA, 2005).

Uma grande variedade de abordagens práticas tem surgido, porém fornecem apenas algumas orientações, além de carecer de métodos específicos - exemplos a Organização Internacional de Normalização - ISO 14042 e a Sociedade de Toxicologia Ambiental e Química (SETAC). A discussão é complexa e não pode abranger apenas uma única intervenção ambiental, isto é como relacionar emissão de gases poluentes com alterações climáticas e seus impactos com o homem - saúde, bem-estar etc (IPCC, 2013).

O desafio de aplicar ecoeficiência, tanto na prática como na investigação, é definir os limites do sistema, de tempo e espaço e da funcionalidade. Esta análise deve ser concebida de tal forma que possa ser fácil de trabalhar e apropriada para a tomada de decisões, relacionando método analítico e a escolha de indicadores que agreguem o ambiente e a informação econômica (BRATTEBO, 2005).

Com a implantação da ecoeficiência no transporte é possível reduzir impactos ambientais devido a mitigação de emissões de gases do efeito estufa, tais como: dióxido de carbono (CO²), enxofre (S) e oxido de nitrogênio (NO_x) em detrimento da minimização do consumo de combustíveis, resultando também na oportunidade de ganho econômico (ELIASSON e PROOST, 2015). Ressalta-se que esses gases são de efeito estufa. Essas emissões contribuem para o aquecimento global, com consequências potencialmente desastrosas (IPCC, 2013).

3. METODOLOGIA

Para a realização da pesquisa foi utilizado estudo de caso, pois por se tratar de uma pesquisa de caso único, onde foi avaliado um evento real e contemporâneo, sendo um elemento para estudos exploratórios (YIN, 2010).

Para à coleta de dados da pesquisa empregou-se as técnicas de entrevista semi-estruturada e observação direta, pois estas técnicas são adequadas e permitiram a obtenção de informações necessárias junto ao entrevistado (BOGDAN E BIKLEN, 1992).

A observação direta permitiu a coleta de dados, por meio da visualização e pela interação das ações e dos fenômenos existentes nos processos objeto da pesquisa (MARCONI E LAKATOS, 2010).

Oliveira Neto et al. (2010; 2014) elaborou metodologia para o levantamento de dados, avaliações das vantagens econômicas e ambientais e comparações de ganhos econômicos (GE) e ambiental (GA), que são adequados para o estudo, exceto para a avaliação econômica, visto não ter investimentos nesta alteração de operação.

O levantamento de dados foi efetuado por balanço das quantidades de produtos acrescidas por container, através da alteração do número de camadas de sacos por pallet, o que tornou possível realizar a avaliação as vantagens econômicas e ambientais, bem como a comparação do ganho ambiental e econômico.

Para a avaliação econômica foram usados os seguintes cálculos:

Lucro Bruto = ((Quantidade (kg) nova configuração de container) – ((quantidade (kg) configuração de container antiga)) X preço do produto) – ((custo do produto vendido (CPV) X



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
— TERÇA 2015 —
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



((Quantidade (kg) nova configuração de container – (quantidade (kg) configuração de container antiga))
Eq (1)

Economia de despesas de frete: \sum gasto total com fretes (marítimo + rodoviário) em relação a nova quantidade de containers exportados - \sum gasto total com fretes (marítimo + rodoviário) de quantidade total de containers exportadas anteriormente
Eq (2)

Redução de desp. de armazenagem (Número de containers exportados com nova configuração de quantidade embarcada por container – número de containers exportados anteriormente) X custo diário de armazenagem X números de dias médio de armazenagem
Eq (3)

Para avaliação ambiental foi usado o método Wuppertal (2014), que avalia as mudanças ambientais associadas à quatro compartimentos: abiótico, biótico, água e ar. O input de material por unidade de serviço (MIPS) possibilita o calculo do impacto ambiental (RITHOOFF et al., 2002). Para cada compartimento a quantidade total de material necessário para supri-lo denomina-se Intensity Factors (IF), conforme Tabela 1, que é a base para obtermos o MIF (Mass Intensity Factors), o MIC (Mass Intensity Compartment) e finalmente o MIT (Mass Intensity Total):

MIF = M x IF
Eq (4)

MIC = \sum MIF de cada compartilhamento
Eq (5)

MIT = \sum MIC
Eq (6)

A comparação do GE com o GA foi utilizado o índice de ganho econômico (IGE) e o índice de ganho ambiental (IGA):

IGE = Economia total de materiais / Ganho Econômico = MET / GE
Eq (7)

IGA = MIT / GE
Eq (8)

Tabela 1: Fatores de Intensidade de Material (kg / tkm)

MATERIAL	ABIÓTICO	BIÓTICO	ÁGUA	AR
Transporte de carga por caminhão com infraestrutura	0,98		7,07	0,23
Transporte marítimo – container Vessel sem infraestrutura	0,09		0,08	0,02

Fonte: adaptada de Wuppertal (2014)

4. ESTUDO DE CASO

A empresa pesquisada é uma indústria química europeia, líder nos seus ramos de atuação, com mais de 10.000 funcionários ao redor do mundo e faturamento anual acima de €8 bilhões.

A empresa possui mais de 100 unidades produtivas em diversos países, com uma cadeia de suprimentos extensa, transformando milhares de matérias-primas, em diversos produtos acabados, entregues aos mais diversos clientes industriais ao redor do mundo, em diversos tipos de embalagens.

Em uma de suas plantas produtivas na Alemanha, foi constatado pela empresa que, três especialidades químicas diferentes, eram produzidas em pó e embaladas em sacos de polietileno, porém possuíam diferentes configurações de pallets para serem embarcadas e vendidas para o mercado asiático.



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
TEMA 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



4.1. LEVANTAMENTO DE DADOS

As três especialidades químicas eram embaladas no mesmo tipo de saco de polietileno, porém, devido à diferença de densidade entre os materiais, as quantidades possíveis de serem envazadas para o mesmo tipo de saco são demonstradas na tabela 2.

Tabela 2: Kgs por saco de polietileno

Produto	Kgs/Saco
A	18
B	20
C	25

Os produtos eram exportados para diversos clientes em diversos países asiáticos através do Porto de Rotterdam na Holanda, maior porto comercial do mundo.

Visando reduzir complexidade logística, somente um tipo de produto é embarcado por container para clientes e distribuidores e, caso algum cliente deseje fazer compra fracionada de produtos, o mesmo, deve procurar um distribuidor local autorizado para tal.

Os produtos eram sempre embarcados em containers de 20 pés (20ft container), com altura de porta de 229 cm para entrada dos pallets, sendo cada produto sempre exportado com dois tipos de configuração de pallets, sendo uma configuração com x número de sacos e, outra, com 2x de número de sacos.

A configuração do número de sacos de cada produto e suas respectivas alturas para entrada no container é demonstrada na tabela 3.

Tabela 3: Configuração de pallets atual

Produto	Número de Sacos	Kg/Saco	Kgs / Pallet	Número de pallets possíveis por container	Kg total possível por container	Número de sacos por camada	Número de camadas por pallet	Altura do pallet em cm	Altura de cada camada de sacos em cm	Altura total do pallet em cm	Altura da porta do container em cm
Produto A - Pallet 1 (topo)	25	18	450	10	4.500	5	5	15	12	75	
Produto A - Pallet 2 (Base)	50	18	900	10	9.000	5	10	15	12	135	
Total Produto A	75	18	1.350		13.500					210	229
Produto B - Pallet 1 (topo)	25	20	500	10	5.000	5	5	15	13	80	
Produto B - Pallet 2 (Base)	50	20	1.000	10	10.000	5	10	15	13	145	
Total Produto B			1.500		15.000					225	229
Produto C - Pallet 1 (topo)	20	25	500	10	5.000	5	4	15	16	79	
Produto C - Pallet 2 (Base)	40	25	1.000	10	10.000	5	8	15	16	143	
Total Produto C			1.500		15.000					222	229

Visando reduzir complexidade e custos na cadeia logística, a empresa decidiu analisar se era possível otimizar a quantidade de produtos embarcados por container, utilizando assim somente um tipo de configuração de pallet para exportações.

A ideia era que ao invés de se utilizar um pallet na base do container com certa quantidade de produto e, outro no topo com metade da quantidade da base, utilizar somente uma configuração única, permitindo-se assim a mesma quantidade de produto por pallet na base e no topo, somente adaptando o número de camadas de sacos por pallet.

O resultado é demonstrado na tabela 4.



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
— TERÇA 2015 —
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



Tabela 4: Simulação de Configuração de pallets visando à otimização do container

Produto	Número de Sacos	Kg/Saco	Kgs / Pallet	Número de pallets possíveis por container	Kg total possível por container	Número de sacos por camada	Número de camadas por pallet	Altura do pallet em cm	Altura de cada camada de sacos em cm	Altura total do pallet em cm	Altura da porta do container em cm
Produto A - Pallet 1 (topo)	40	18	720	10	7.200	5	8	15	12	111	
Produto A - Pallet 2 (Base)	40	18	720	10	7.200	5	8	15	12	111	
Total Produto A	80	18	1.440		14.400					222	229
Produto B - Pallet 1 (topo)	40	20	800	10	8.000	5	8	15	13	119	
Produto B - Pallet 2 (Base)	40	20	800	10	8.000	5	8	15	13	119	
Total Produto B	80		1.600		16.000					238	229
Produto C - Pallet 1 (topo)	30	25	750	10	7.500	5	6	15	16	111	
Produto C - Pallet 2 (Base)	30	25	750	10	7.500	5	6	15	16	111	
Total Produto C	60		1.500		15.000					222	229

A simulação efetuada demonstrou que somente o Produto A poderia ter a quantidade de produtos otimizada no container através da alteração do número de camadas de sacos por pallet, visto que a alteração da configuração de pallets do produto B não era factível, pois tal configuração ultrapassaria a altura da porta de entrada do container.

Apesar da alteração da configuração para o Produto C ser factível, o mesmo não geraria nenhum ganho ambiental, pois, a quantidade embarcada permaneceria a mesma, porém se reduziria a complexidade e uniformizaria o estoque, uma vez que foi relatado pela empresa que muitas vezes exportações foram realizadas com capacidade subutilizada no container por motivos de erro de planejamento de produção, faltando assim pallets de 500 ou 1000 kg em estoque, o que obrigava a empresa a embarcar somente 10 tons em pallets de 500 ou de 1.000Kgs.

A quantidade de venda anual, país e porto de destino do Produto A é demonstrado na tabela 5.

Tabela 5: Quantidade total vendida em 2013 e destinos - Produto A

País	Porto	Kg	Número de Containers @13,5 tons
China	Shanghai	1.120.500	83
China	Wenzhou	351.000	26
China	Xiamen	256.500	19
China	Xingang	243.000	18
China	Lian Hua Sha	216.000	16
China	Chongqing	94.500	7
China	Qingdao	13.500	1
Total China		2.295.000	170
Coreia do Sul	Seoul	432.000	32
Paquistão	Karachi	270.000	20
Hong Kong	Hong Kong	189.000	14
Indonésia	Bandung	108.000	8
Indonésia	Surabaya	54.000	4
Total Indonésia		162.000	12
Bangladesh	Dhaka	135.000	10
Japão	Yokkaichi	27.000	2
Japão	Osaka	27.000	2
Total Japão		54.000	4
Tailândia	Lat Krabang	54.000	4
Vietnã	Tan Cang	27.000	2
Total		3.618.000	268



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
— ITEXA 2015 —
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



Visto que a maioria dos clientes Asiáticos compra mensalmente o Produto A, a empresa observou que não haveria perda ou aumento significativo de vendas por aumentar a quantidade embarcada em um único container.

A estimativa de vendas da empresa por País e porto de destino após a alteração da quantidade embarcada por container, é demonstrado na tabela 6.

Tabela 6: Quantidade anual esperada de vendas após aumento de Kg por container – produto A

País	Porto	Kg	Numero de Containers @14,4 tons
China	Shanghai	1.123.200	78
China	Wenzhou	345.600	24
China	Xiamen	259.200	18
China	Xingang	244.800	17
China	Lian Hua Sha	216.000	15
China	Chongqing	100.800	7
China	Qingdao	14.400	1
Total China		2.304.000	160
Coreia do Sul	Seoul	432.000	30
Paquistão	Karachi	273.600	19
Hong Kong	Hong Kong	187.200	13
Indonésia	Bandung	100.800	7
Indonésia	Surabaya	57.600	4
Total Indonésia		158.400	11
Bangladesh	Dhaka	129.600	9
Japão	Yokkaichi	28.800	2
Japão	Osaka	28.800	2
Total Japão		57.600	4
Tailândia	Lat Krabang	57.600	4
Vietnã	Tan Cang	28.800	2
Total		3.628.800	252

4.2. AVALIAÇÃO ECONÔMICA

O preço líquido médio informado para o Produto A é de US\$1,70/Kg com um Custo de Produto Vendido (CPV) de US\$0,77/Kg.

O Lucro Bruto gerado pelas vendas adicionais é demonstrado na tabela 7.

Tabela 7: Receita e Lucro Bruto Adicional anual – Produto A. (eq.1)

Kg Adicionais	10.800
<i>US\$/Kg</i>	<i>1,70</i>
Venda Líq. Adicional US\$	18.360
<i>CPV (US\$/Kg)</i>	<i>0,77</i>
CPV venda Adicional (US\$)	8.316
Lucro Bruto Adicional (US\$)	10.044



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
— TERÇA, 2015 —
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



Frente à redução de 16 containers do produto A embarcados anualmente, a empresa realizou uma economia em fretes de US\$19.266,20. A economia por porto de destino é demonstrada na tabela 8.

Tabela 8: Economia anual em despesas de fretes por destino – Produto A (eq.2)

País de destino	Porto	Numero de Containers @13,5 tons	Numero de Containers @14,4 tons	Custo de Transporte - US\$/Container		Containers com 13,5 tons			Containers com 14,4 tons			Economia Total em frete US\$
				Depósito - Porto de Rotterdam (Rodoviário)	Porto de Rotterdam - Destino (Marítimo)	Custo Total US\$ Frete Rodoviário (n Containers X frete)	Custo Total US\$ - Frete Marítimo (n Containers X frete)	Custo Total US\$ Frete Rodoviário + Marítimo	Custo Total US\$ - Frete Rodoviário (n Containers X frete)	Custo Total US\$ - Frete Marítimo (n Containers X frete)	Custo Total US\$ Frete Rodoviário + Marítimo	
China	Shanghai	83	78	675	529	56.025	43.919	99.944	52.650	41.274	93.924	6.021
China	Wenzhou	26	24	675	654	17.550	17.003	34.553	16.200	15.695	31.895	2.658
China	Xiamen	19	18	675	458	12.825	8.700	21.525	12.150	8.242	20.392	1.133
China	Xingang	18	17	675	434	12.150	7.804	19.954	11.475	7.370	18.845	1.109
China	Lian Hua Sha	16	15	675	553	10.800	8.850	19.650	10.125	8.297	18.422	1.228
China	Chongqing	7	7	675	654	4.725	4.578	9.303	4.725	4.578	9.303	-
China	Qingdao	1	1	675	592	675	592	1.267	675	592	1.267	-
Total China		170	160			114.750	91.445	206.195	108.000	86.047	194.047	12.148
Coreia do Sul	Seoul	32	30	675	434	21.600	13.888	35.488	20.250	13.020	33.270	2.218
Paquistão	Karachi	20	19	675	553	13.500	11.060	24.560	12.825	10.507	23.332	1.228
Hong kong	Hong Kong	14	13	675	527	9.450	7.378	16.828	8.775	6.851	15.626	1.202
Indonesia	Bandung	8	7	675	600	5.400	4.800	10.200	4.725	4.200	8.925	1.275
Indonesia	Surabaya	4	4	675	600	2.700	2.400	5.100	2.700	2.400	5.100	-
Total Indonesia		12	11			8.100	7.200	15.300	7.425	6.600	14.025	1.275
Bangladesh	Dhaka	10	9	675	520	6.750	5.200	11.950	6.075	4.680	10.755	1.195
Japão	Yokkaichi	2	2	675	510	1.350	1.020	2.370	1.350	1.020	2.370	-
Japão	Osaka	2	2	675	505	1.350	1.010	2.360	1.350	1.010	2.360	-
Total Japão		4	4			2.700	2.030	4.730	2.700	2.030	4.730	-
Tailândia	Lat Krabang	4	4	675	600	2.700	2.400	5.100	2.700	2.400	5.100	-
Vietnã	Tan Cang	2	2	675	604	1.350	1.208	2.558	1.350	1.208	2.558	-
Total		268	252			180.900	141.809	322.709	170.100	133.343	303.443	19.266

A empresa estimou, que em média o container para exportação é armazenado por 20 dias até que seja embarcado para o Porto. A armazenagem é gerida por uma empresa contratada para tal fim, a economia com despesas de armazenagem é demonstrada na tabela 9.

Tabela 9: Economia anual em despesas de armazenagem - Produto A (eq. 3)

Redução de n containers exportados	16
Custo diário de armazenagem por container (US\$)	5,55
Numero médio de dias armazenado	20
Economia Desp. de Armazenagem (US\$)	1.776

Frente à reorganização de configuração de quantidade de produtos por pallet e que, a empresa não precisou efetuar nenhum investimento adicional em pessoas ou equipamentos, o Produto A gerou US\$31.086,00 por ano em lucro operacional adicional, conforme sumarizado na tabela 10.

Tabela 10: Lucro Operacional Adicional Anual - Produto A

	US\$ / ano
Lucro bruto Adicional de vendas	10.044
Economia nas despesas de frete	19.266
Economia nas desp. de armazenagem	1.776
Lucro Operacional Adicional Anual	31.086



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
TEMA 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



4.3. AVALIAÇÃO AMBIENTAL

Para o cálculo do ganho ambiental foi usado o conceito MIPS (Material Input per Service Unit) desenvolvida pelo Wuppertal Institute da Alemanha.

A intensidade de material será analisada no nível micro de serviço de transporte rodoviário e marítimo do Produto A, desde o depósito de origem até o porto de destino final.

O total de Km percorrido por container antes e depois da mudança de configuração de pallets é demonstrado na tabela 11, sendo considerado a km desde o depósito de origem até o porto de destino final.

Tabela 11: Quantidade e Km total anual com containers de 13,5t e 14,4t - Produto A

País	Porto	Numero de Containers @13,5 tons	Kg	Numero de Containers @14,4 tons	Kg	KMs		Containers com 13,5 tons			Containers com 14,4 tons		
						Depósito - Porto de Rotterdam (Rodoviário)	Porto de Rotterdam - Destino (Marítimo)	KM Total Frete Rodoviário (n Containers X Distancia)	KM Total Frete Marítimo (n Containers X Distancia)	KM Total Frete Rodoviário + Marítimo	KM Total Frete Rodoviário (n Containers X Distancia)	KM Total Frete Marítimo (n Containers X Distancia)	KM Total Frete Rodoviário + Marítimo
China	Shanghai	83	1.120.500	78	1.123.200	266	19.412	22.078	1.611.196	1.633.274	20.748	1.514.136	1.534.884
China	Wenzhou	26	351.000	24	345.600	266	18.954	6.916	492.804	499.720	6.384	454.896	461.280
China	Xiamen	19	256.500	18	259.200	266	18.422	5.054	350.018	355.072	4.788	331.596	336.384
China	Xingang	18	243.000	17	244.800	266	20.580	4.788	370.440	375.228	4.522	349.860	354.382
China	Lian Hua Sh	16	216.000	15	216.000	266	18.930	4.256	302.880	307.136	3.990	283.950	287.940
China	Chongqing	7	94.500	7	100.800	266	21.993	1.862	153.951	155.813	1.862	153.951	155.813
China	Qingdao	1	13.500	1	14.400	266	19.907	266	19.907	20.173	266	19.907	20.173
Total China		170	2.295.000	160	2.304.000			45.220	3.301.196	3.346.416	42.560	3.108.296	3.150.856
Coreia do Sul	Seoul	32	432.000	30	432.000	266	20.208	8.512	646.656	655.168	7.980	606.240	614.220
Paquistão	Karachi	20	270.000	19	273.600	266	11.383	5.320	227.660	232.980	5.054	216.277	221.331
Hong kong	Hong Kong	14	189.000	13	187.200	266	18.105	3.724	253.470	257.194	3.458	235.365	238.823
Indonesia	Bandung	8	108.000	7	100.800	266	16.006	2.128	128.048	130.176	1.862	112.042	113.904
Indonesia	Surabaya	4	54.000	4	57.600	266	16.543	1.064	66.172	67.236	1.064	66.172	67.236
Total Indonesia		12	162.000	11	158.400			3.192	194.220	197.412	2.926	178.214	181.140
Bangladesh	Dhaka	10	135.000	9	129.600	266	14.687	2.660	146.870	149.530	2.394	132.183	134.577
Japão	Yokkaichi	2	27.000	2	28.800	266	20.539	532	41.078	41.610	532	41.078	41.610
Japão	Osaka	2	27.000	2	28.800	266	20.397	532	40.794	41.326	532	40.794	41.326
Total Japão		4	54.000	4	57.600			1.064	81.872	82.936	1.064	81.872	82.936
Tailândia	Lat Krabang	4	54.000	4	57.600	266	16.924	1.064	67.696	68.760	1.064	67.696	68.760
Vietnã	Tan Cang	2	27.000	2	28.800	266	16.559	532	33.118	33.650	532	33.118	33.650
Total		268	3.618.000	252	3.628.800			71.288	4.952.758	5.024.046	67.032	4.659.261	4.726.293

O ganho ambiental é demonstrado através da Intensidade de Massa por compartimento (MIC) demonstrado na tab. 13.

Para este calculo foi necessário primeiro definir a intensidade de massa (M), definido pela economia da quantidade transportada por quilometro (ton/Km), para o transporte rodoviário e marítimo (tab. 12).

Tabela 12: Economia ton/km - Produto A

	Rodoviário		Marítimo	
	Container 13,5t	Container 14,4t	Container 13,5t	Container 14,4t
Qtde transportada (Ton)	3.618,00	3.628,80	3.618,00	3.628,80
Distancia - (KM)	71.288	67.032	4.952.758	4.659.261
ton/km	257.919.984,00	243.245.721,60	17.919.078.444	16.907.526.317
Economia ton/km		14.674.262,40		1.011.552.127,20



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
— TERÇA, 2015 —
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



Posteriormente, a intensidade de massa (M) é multiplicada pelos respectivos Fatores de Intensidade de Materiais (IF), neste caso, expressados em gramas.

Tabela 13: Intensidade de Massa por Compartimento (MIC) - Produto A

Dados referentes a: 16 containers a menos embarcados									
			Abiotic Material		Water		Air		
Name			MI-Factor	kg/tkm	MI-Factor	kg/tkm	MI-Factor	kg/tkm	
Substance/pre-product	Unit	Amount	kg/tkm	Main product	kg/tkm	Main product	kg/tkm	Main product	
Transporte de carga por caminhão, incluindo infraestrutura	ton/km	14.674.262,40	0,98	14.380.777,15	7,07	103.747.035,17	0,23	3.375.080,35	
Container Vessel (infraestrutura exclusiva)	ton/km	1.011.552.127,20	0,09	91.039.691,45	0,08	80.924.170,18	0,02	20.231.042,54	
Σ				105.420.468,60		184.671.205,34		23.606.122,90	

Com a implementação da nova configuração de pallets, embarcando 14,4 tons por container do produto A ao invés de 13,5 tons como era feito anteriormente, a empresa gerou uma economia ambiental anual de 105.420Kgs de material abiótico, 184.671Kgs de água e 23.606kgs de ar, gerando assim uma Intensidade de Massa Total (MIT) de 313.698Kgs. Todos os cálculos foram baseados em dados da região da Alemanha e, no transporte marítimo, não foi considerado Infraestrutura, visto que os dados de transporte marítimo com infraestrutura inclusa são baseados na região da Finlândia.

4.4. COMPARAÇÃO DO GANHO ECONÔMICO E GANHO AMBIENTAL

Visto que 16 containers a menos foram embarcados, gerando uma redução de 297.753 km percorridos (rodoviário + marítimo), com um ganho econômico anual de US\$31.086,00, podemos concluir que para cada US\$ gerado por esta reconfiguração de carga de containers, a empresa diminui 9,58 km rodados pelo produto A (Índice de Ganho Econômico - IGE).

Quanto ao Índice de Ganho Ambiental (IGA), podemos concluir que em termos globais, a empresa economizou 10,09 Kg de material global a cada US\$ economizado (MIT / GE).

5. CONCLUSÃO

A pesquisa demonstrou que a implementação de transporte sustentável por indústria química contribui positivamente para a redução do impacto ambiental, da redução da complexidade em operações e de ganhos financeiros, que devem incentivar novos estudos e que outras organizações apliquem a metodologia fornecida. O objetivo deste estudo foi mostrar os ganhos econômicos e ambientais gerados com as práticas adotadas nesta pesquisa.

O resultado total deste estudo de caso totalizou uma redução de impacto ambiental de 313.698 kg (MIT), sendo 105.420 kg de material do compartimento abiótico, 184.671 kg de poluentes de água e de 23.606 kg de poluentes do ar.

Com relação aos benefícios econômicos o resultado obtido foi de US\$ 31.086,00, decorrentes da redução de 16 contêineres que deixaram de ser transportados, após a alteração



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
— TERÇA, 2015 —
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



realizada na paletização do produto A gerando redução de 297.753 km percorridos nos modais rodoviário e marítimo.

Na comparação dos ganhos econômicos e ambientais, concluiu-se que para cada US\$ gerado por esta reconfiguração de carga de containers, a empresa diminui 9,58 km rodados e economizou 10,09 Kg em material global.

Não foi considerado neste estudo o ganho econômico e ambiental, do lado do cliente, gerado pela redução de transporte do porto de destino até o cliente final, tampouco a análise de possíveis reduções de custos geradas pela diminuição de complexidade e ganhos de produtividade associada à padronização das quantidades acomodadas por pallets para exportação, para o mercado Asiático, para o Produto A e o Produto C.

Um estudo de caso único apresenta como limitação a impossibilidade de generalização dos resultados obtidos, portanto, para pesquisas futuras, é sugerido que sejam desenvolvidos estudos de casos múltiplos visando à comparação dos resultados.

REFERÊNCIAS

AHMAD, N.; WYCHOFF, A. Carbon dioxide emissions embodied in international trade of goods, OECD Science Technology and industry working papers, 2003, pp.2003 – 2015.

BRATTEBO, H. Toward a methods framework for eco-efficient analysis? Journal of Industrial Ecology, v.9,2005, pp. 9 – 11.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. Qualitative research for education: an introduction to theory and methods. Boston: Allyn and Bacon, 1992.

CADARSO, M.; et al.. CO2 emissions of international freight transport and offshoring: Measurement and allocation. Ecological Economics v.69, 2010, pp. 1682-1694.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. Gestão da cadeia de suprimentos. 4ª Edição. São Paulo: Pearson, 2011.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO-AMBIENTE E O DESENVOLVIMENTO. Our Common Future. Brundtland Report. Oxford: Oxford University Press, 1987

CORBETT, J.; WINEBRAKE, J. Sustainable movement of goods: environmental implications of trucks, trains, ships and planes, Journal of the Air & Waste Management Association November, 2007, pp. 8-12.

ELIASSON, J.; PROOST, S. Is sustainable transport policy sustainable? Transport Policy. v.37, 2015, pp.92–100.

GUDMUNDSSON, H.; HÖJER, M. Sustainable development principles and their implications for transport. Ecological Economics, v. 19, 1996, pp.269–282.

HASSINI, E.; et al.. A literature review and a case study os sustainable chains with a focus on metrics. International Journal of production economics, v. 140,2012, pp. 69-82.

HUPPES, G.; ISHIKAWA, M. Eco-Efficiency and its terminology. Journal of Industrial ecology, v. 9, 2005, pp.43–46.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. Fifth Assessment Report, 2013.

KAGESON, P. Economic instruments for reducing emissions from sea transport, Air Pollution and climate series, v.11, 1999.

LÉONARDI, J.; BAUMGARTNER, M. CO2 efficiency in road freight transportation: Status quo, measures and potential. Transportation research Part D 9, 2004, pp.451–464.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. Fundamentos de metodologia científica. 7ª edição. São Paulo: Atlas, 2010.

OLIVEIRA NETO, G. C.; CARVALHO CHAVES, L. E.; VENDRAMETTO, O. Vantagens econômicas e ambientais na reciclagem de poliuretano em uma empresa de fabricação de borracha. Exacta, São Paulo, v. 8, 2010, pp. 65-80.



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
TEMA 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



OLIVEIRA NETO, G. C.; SOUZA, S. M.; BAPTISTA, A. E. Cleaner Production Associated with Financial and Environment Benefits: A Case Study on Automotive Industry. *Advanced Materials Research*, v. 845, 2014, pp. 873-877.

QUARIGUASI FROTA NETO, J.; et al. Designing and evaluating sustainable logistics networks. *International Journal of production economics*, v.111, 2008, pp.195-208.

RITTHOFF, M.; et al. Calculating MIPS – Resource productivity of products and services. 2002. Disponível em: <http://wupperinst.org/en/publications/details/wi/a/s/ad/584/> Acesso em 14 de junho, 2014.

RONDINELLI, D.; BERRY, M. Multimodal Transportation, Logistics, and the Environment: Managing interactions in a Global Economy. *European Management Journal*, v.4, 2000, pp. 398–410.

SABRI, E.H.; BEAMON, B.M. A multi-objective approach to simultaneous strategic and operational planning in supply chain design. *Omega*, v. 28, n. 5, 2000, pp. 581–598.

SUNDARAKANI, B.; et al. Modeling carbon footprints across the supply chain. *International Journal of production economics*, v. 128, 2010, pp.43-50.

UNFCCC, 1997. Kyoto Protocol to the United Nations framework convention on climate change.

_____, **2005.** Information on Greenhouse Gas Emissions from International Aviation and Maritime Transport. FCCC/SBSTA/2005/INF.2. United Nations Framework Convention on Climate Change.

VAN VEEN-GROOT, D.; NIJKAMP, P. Globalisation, transport and the environment: new perspectives for ecological economics. *Ecological Economics*, v. 31, 1999, pp. 331–346.

VASCONCELOS, E.A. Transporte e meio ambiente: Conceitos e informações para análise de impactos. São Paulo: Annablume, 2008.

WBCSD, 2001. Measuring eco-efficiency. A guide to reporting company performance. Geneva, WBCSD.

YIN, R. K. Case study research: design and methods. 4ª Edição. Newbury Park, CA: sage, 2010.