

IMPACTOS DA REFORMA TRIBUTÁRIA: AVALIANDO A INFLUÊNCIA DO NOVO IMPOSTO DE CIRCULAÇÃO DE MERCADORIAS E SERVIÇOS (ICMS) NA RECONFIGURAÇÃO DA MALHA LOGÍSTICA BRASILEIRA

Luiz Eduardo Wilbert Albernaz Andrade (lew@usp.br)

Hugo Tsugunobu Yoshida Yoshizaki (hugo@usp.br)

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas Logísticos

Escola Politécnica -Universidade de São Paulo

RESUMO

A Reforma Tributária em trâmite no Congresso Nacional modificará o Imposto de Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS). Este trabalho analisa, através de um modelo de programação linear inteira, quais serão os possíveis impactos que a proposta de reformulação do ICMS (também conhecido por Novo ICMS) pode ter na configuração da logística atual de bens de consumo, que hoje sofre com o turismo fiscal, ou seja, o fluxo artificialmente gerado por certos membros do canal de distribuição que se beneficiam da informalidade. Conclui-se que a mudança proposta vai impactar de forma moderada na ineficiência logística atual ocasionada pelo ICMS, apesar de algumas mudanças na rede logística serem bem visíveis.

ABSTRACT

The Tax Reform pending in Congress will modify the Tax on the Circulation of Goods and Services. This paper examines, through an integer linear programming model, what are the possible impacts that the proposed amendments to the ICMS (also known as New ICMS) can have in shaping the current logistics of consumer goods, which now suffers from the tax tourism, which are flows artificially generated by this tax structure for certain members of the distribution channel that benefit from informality. It is concluded that the proposed change will impact moderately on current logistical inefficiencies caused by the ICMS, despite some changes in the logistics network are clearly visible.

Palavras chaves: planejamento de rede, ICMS, reforma tributária.

1. INTRODUÇÃO

O estudo de planejamento de redes de distribuição atualmente é um tema de extrema importância para as empresas em diferentes elos da cadeia de suprimentos, uma vez que envolve elevados investimentos e apresenta profundos impactos no custo total e no nível de serviço das empresas (Fleury, *et al.* 2000).

Devido à complexidade e as diferentes abordagens do tema, diversas revisões da literatura foram realizadas reunindo o conhecimento e facilitando a compreensão dos limites até aqui abordados. Dentre esses estudos, podemos destacar: Chopra (2003) descreveu os diversos fatores que influenciam no planejamento de redes e seus pontos fortes e fracos; Meixell e Gargeya (2005) mostram os principais modelos de suporte à decisão no planejamento de redes em nível global; Melo, *et al.* (2008) realiza uma classificação de acordo com as características dos modelos dos principais *papers* sobre localização de instalações; Bhatnagar e Sohal (2005) realizaram um estudo cujo objetivo era identificar os fatores mais importantes que influenciam o desempenho da cadeia de suprimentos.

No contexto atual, as diferentes formas de tributação interferem na configuração espacial das redes logísticas. Uma extensa literatura está disponível a respeito da competição ocasionada por diferentes estruturas tributárias e pode ser encontrada na revisão da literatura feita por Genschel e

Schwarz (2011).

Porém muitos desses estudos não abordam diretamente a questão sobre logística, estrutura tributária e planejamento de redes. Sobre esses temas, destacam-se os estudos de Avittathur, *et al.* (2005) e Junqueira e Morabito (2012). O primeiro trabalho estuda a introdução da estrutura tributária no planejamento de rede de uma empresa situada na Índia, evidenciando as diferenças na localização, na quantidade de instalações e no nível de serviço. Esse estudo mostra uma estrutura tributária muito parecida com a estrutura tributária vigente no Brasil. O segundo trabalho estuda o planejamento da produção e da logística considerando a estrutura tributária atual no Brasil. O ponto em comum nesses estudos está na inclusão da estrutura tributária dos países no planejamento de redes e, apesar dos estudos terem sido feitos em países diferentes, as conclusões são parecidas e mostram que o planejamento tributário é importante e deve ser considerado no planejamento de redes.

O aumento da competitividade global força os países a reduzirem seus custos logísticos, melhorar sua infraestrutura e investir em capacitação e inovação tecnológica (Ballou, 2006). Todavia, ao estudar o impacto tributário no planejamento de redes, nota-se que a inclusão dessa variável modifica a rede logística para um cenário diferente do cenário considerado “ótimo”. Essas distorções são entraves para a competitividade das empresas nos países cuja estrutura tributária é complexa. Um estudo realizado por Yoshizaki (2002) mostra os principais impactos tributários no planejamento de redes logísticas no Brasil.

Na sua forma presente, essa estrutura tributária brasileira proporciona o trânsito de produtos e mercadorias de forma artificial, o que é conhecido por *turismo fiscal*, apenas com o intuito de beneficiar-se de incentivos fiscais ou aproveitar-se das diferenças de alíquotas interestaduais (Yoshizaki, 2003). As alíquotas internas e interestaduais estão representadas nas tabelas no anexo A.

Uma solução hipotética foi modelada por Yoshizaki (2002), composta por uma cadeia de distribuição de uma cesta representativa de bens de consumo não-duráveis e clientes finais (atacadistas, varejistas) com diversos graus de *informalidade* (não recolhimento do ICMS). Ao se encontrar a configuração ótima da rede logística necessária, o autor verificou que o acréscimo no custo logístico total poderia variar entre 3,5% e 11,6%, ocasionado pela diferença estrutural das alíquotas entre Estados. Assim, a estrutura atual do ICMS contribui para aumentar o chamado “Custo Brasil”, que pode ser descrito como o impacto das ineficiências do país aplicadas aos negócios, segundo Castro (2004).

A Reforma Tributária em curso é uma necessidade por estas e outras razões não-logísticas (Senado, 2010) e deverá gerar uma alteração na forma como este imposto é cobrado, chamado de Novo ICMS (Fazenda, 2008) pelo poder público. De acordo com o Departamento de Pesquisa e Estudos Econômicos – DEPECON (2010), a proposta do Novo ICMS continuará seguindo o princípio da não-cumulatividade (ou seja, taxa apenas o valor agregado em cada estágio da cadeia produtiva e comercial), mas trará algumas novidades fundamentais:

- A unificação da legislação dos 27 Estados;
- A fixação de cinco alíquotas diferenciadas para um número limitado de bens e serviços;

- A divisão do Novo ICMS entre Estados de origem e destino, cabendo ao Estado de origem pagar 2% do valor do imposto;
- A suspensão dos repasses de fundos constitucionais, como o Fundo de Participação dos Estados (FPE) para os Estados que promoverem a guerra fiscal através de concessão de incentivos fiscais.

A implementação do Novo ICMS deve reduzir a guerra fiscal entre os Estados para obter novas fábricas e, portanto, o turismo fiscal ocasionado por incentivos também deve ser reduzido (Senado, 2010). Entretanto, nada se comenta do outro fato gerador de turismo fiscal, a informalidade que se aproveita da atual estrutura do ICMS.

Este artigo objetiva analisar os impactos do Novo ICMS na rede logística brasileira. Em particular, a questão principal a ser analisada será se o novo imposto poderá resolver o problema do turismo fiscal devido à estrutura de alíquotas diferenciadas. Outros pontos importantes também foram estudados como: a modificação da rede logística, a modificação dos fluxos origem e destino e a modificação da capacidade das instalações nos cenários com a estrutura atual do ICMS e o Novo ICMS.

Para isso o modelo de otimização desenvolvido por Yoshizaki (2002) foi revisado e atualizado para verificar o quanto uma rede logística hipotética projetada aos moldes da reforma tributária é diferente de uma rede definida em um ambiente utilizando a taxa de ICMS atual.

O escopo do estudo limita-se à parte de distribuição física de produtos acabados, não avaliando o impacto do ICMS nas etapas de movimentação de insumos industriais e seu processamento. Assim, não se pretende explorar todo o encadernamento do ICMS na cadeia de suprimentos, mas apenas na parte final da mesma, onde se concentra o maior potencial do turismo fiscal (Yoshizaki, 2003). A influência de incentivos fiscais do ICMS não faz parte do presente trabalho; o leitor interessado pode consultar Carraro (2009).

2. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA E OBJETIVOS

Ao analisar a formação dos custos logísticos e do ICMS, imagina-se a priori, que deve existir alguma forma de compensação (*tradeoff*) para justificar os fluxos observados nas diferentes cadeias de suprimentos. Porém, isso não é verdade. Se os membros da cadeia de distribuição forem bons contribuintes (não há informalidade e, portanto, não há sonegação fiscal), o princípio da não-cumulatividade garante que não ocorre nenhum conflito entre o ICMS e os custos logísticos.









Para ilustrar a afirmação anterior é usado um exemplo para melhor entender os mecanismos da tributação do ICMS nas transações interestaduais conforme Yoshizaki (2002). Nele, um fabricante vende seu produto por R\$ 100,00 e sempre utiliza um depósito (ponto intermediário de transbordo) para consolidar e entregar suas mercadorias.

A fábrica deste produtor está localizada no Estado de São Paulo, e os clientes (atacadistas ou varejistas) também se encontram no mesmo Estado. O preço pago pelo produto é considerado constante para o consumidor final. Utilizando uma margem hipotética de 15%, o preço final

então é de R\$ 115,00. O cálculo de créditos e débitos de ICMS para cada fato gerador (troca de posse ou transferência da mercadoria) está na parte superior da Figura 1.

O valor que a indústria almeja receber (custos mais lucro) é de R\$ 82,00 por unidade. Logo, caso a venda ocorra dentro do Estado de São Paulo, o preço recebido pelo varejista é de R\$ 100,00, pois se devem aplicar os 18% de imposto para transações nesse Estado. O ICMS é calculado sobre o preço cheio, ou seja, o preço final pode ser calculado como o valor desejado dividido por $(1 - \text{alíquota}) = R\$ 82,00 / (1 - 0,18) = R\$ 100,00$. Pode-se perceber que, no preço final ao consumidor (R\$ 115,00), a alíquota de 18% resulta em um valor de R\$ 20,70.

Este fato é explicado pelo princípio da não-cumulatividade. Para facilitar a compreensão, pode-se assumir, sem perda de generalidade, que o valor de repasse da mercadoria da fábrica ao depósito seja o mesmo (no caso, R\$ 100,00). Como o trânsito de mercadoria é um fato gerador, ou seja, determinante do ICMS torna-se importante calcular o quanto cada membro da cadeia de distribuição precisaria pagar.

ALTERNATIVA 1 – SP-SP-SP (Logística normal)					
INDÚSTRIA = preço R\$ 100,00			CANAL = preço R\$ 115,00		
Fluxo de mercadorias	 Fábrica SP →	 Depósito SP →	 Varejista SP →	 Consumidor	
Crédito da operação anterior	--	- R\$ 18	- R\$ 18		
Débito	18% = R\$ 18	18% = R\$ 18	18% = R\$ 20,70		
Fluxo de Impostos	Saldo R\$ 18	RS 0	RS 2,70		
Total...	...da empresa = R\$ 18		Geral = R\$ 20,70		
ALTERNATIVA 2 – SP-MG-SP (“Turismo”)					
INDÚSTRIA = preço R\$ 93,18			CANAL = preço R\$ 115,00		
Fluxo de mercadorias	 Fábrica SP →	 Depósito MG →	 Varejista SP →	 Consumidor	
Crédito da operação anterior	--	- R\$ 11,18	- R\$ 11,18		
Débito	12% = R\$ 11,18	12% = R\$ 11,18	18% = R\$ 20,70		
Fluxo de Impostos	Saldo R\$ 11,18	RS 0	RS 9,52		
Totalda empresa = R\$ 11,18		Geral = R\$ 20,70		

Fonte: Yoshizaki (2002)

Figura 1: Exemplo de turismo fiscal na Cadeia do ICMS.

No caso da indústria, esta deve recolher R\$ 18,00 da circulação do produto ao centro de distribuição (CD), que terá um crédito e um débito de mesmo valor (pois este vende o produto pelo mesmo preço que recebeu como pagamento por este). Como resultado, a empresa obtém um saldo (chamado de débito) a pagar de R\$ 18,00. O cliente paulista obterá um crédito de R\$ 18,00 (proveniente da etapa anterior) e um débito de R\$ 20,70 (os 18% de imposto dentro do Estado de São Paulo aplicados ao seu preço final, de R\$ 115,00), tendo um saldo a pagar de R\$ 2,70 (parte superior da Figura 1).

A cadeia toda recolhe R\$ 20,70 de impostos, mas isso é totalmente compensado pelo consumidor, para quem o imposto está embutido no preço final do produto. Logo, o consumidor é quem paga todo o imposto que incide sobre o produto, e cada elo recolhe apenas a parcela referente a seu valor adicionado, como se fizesse o adiantamento ao governo do imposto devido pelo consumidor. Logo, o ICMS é um tributo que incide sobre o *consumo* da mercadoria, ou seja, sua

compra pelo consumidor final.

Caso o fabricante tivesse optado por localizar o seu depósito no Estado de Minas Gerais ao invés do Estado de São Paulo (parte inferior da figura 1), os impostos pagos seriam diferentes. A alíquota interestadual é de 12% e o preço de transferência da fábrica ao CD será de R\$ 82,00 / (1 - 0,12) = R\$ 93,18, diminuindo o saldo final do fabricante para R\$ 11,18 por produto. O preço ao cliente paulista neste caso será de R\$ 93,18. Porém, como o preço de venda do produto ao consumidor final não se alterou, o cliente terá de recolher 18% sobre o valor adicionado. Ou seja, como seu crédito é menor (R\$ 11,18), o saldo do cliente será agora maior, equivalendo a R\$ 9,52. A tabela 1 mostra que o lucro de ambos agentes econômicos não muda neste caso.

Tabela 1: Cálculo de operação via Centro de Distribuição (CD).

	SP-SP-SP	SP-MG-SP
Custo Fábrica SP	R\$ 82,00	R\$ 82,00
Preço Fábrica CD	R\$ 100,00	R\$ 93,18
Débito ICMS Fábrica	R\$ 18,00	R\$ 11,18
Preço CD - Varejista	R\$ 100,00	R\$ 93,19
Crédito CD	R\$ 18,00	R\$ 11,18
Débito CD	R\$ 18,00	R\$ 11,18
Saldo CD	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Saldo Fabricante	R\$ 18,00	R\$ 11,18
Lucro Fabricante	R\$ 82,00	R\$ 82,00
Preço Mercado	R\$ 115,00	R\$ 115,00
Crédito Varejista	R\$ 18,00	R\$ 11,18
Débito Varejista	R\$ 20,70	R\$ 20,70
Saldo Varejista	R\$ 2,70	R\$ 9,52
Lucro Varejista	R\$ 12,30	R\$ 12,30
Total de impostos	R\$ 20,70	R\$ 20,70
Lucro do Varejista se sonegar	R\$ 15,00	R\$ 21,82

Pode-se observar na Tabela 1 que tanto o lucro do fabricante quanto do cliente se mantém (R\$ 82,00 e R\$ 12,30, respectivamente), dado o princípio da não-cumulatividade e com ambos agentes recolhendo plenamente sua porção do imposto. Entretanto, existe ainda outra situação a ser considerada: caso o cliente paulista não tenha interesse em seu crédito de ICMS para reduzir o saldo, pois participa da economia informal, o que é caracterizado como sonegação de impostos, neste caso, ele maximizará seu lucro caso compre produto originado no Estado de Minas Gerais (penúltima linha da Tabela 1). Assim, o cliente informal vai preferir ser abastecido a partir de um armazém situado em outro Estado, desde que o incremento no frete não exceda o “lucro” informal.

Esta situação gera uma demanda artificial de fluxo de mercadorias entre os dois Estados, o que é chamado de “turismo” de produtos. Isto distorce o custo logístico total, incentivando vendas para Estados vizinhos e não para o próprio Estado no qual o CD se localiza. Isto é resultado direto da diferenciação de alíquotas internas e interestaduais (18% e 12% ou 7%, respectivamente), parte da estrutura do ICMS atual. Logo, não há *tradeoff* entre Logística e ICMS, e sim uma compensação entre custos logísticos e a sonegação de ICMS.

Segundo Yoshizaki (2002), os profissionais do ramo avaliam que o nível de sonegação de ICMS na cadeia de distribuição é muito alto, pois a fiscalização direta de todos os estabelecimentos comerciais é impraticável na realidade brasileira. Isto levou os Estados a criar formas alternativas de coibir essa prática, como a substituição tributária.

Como ocorre um aumento nos custos logísticos devido aos efeitos supracitados, o agente econômico em questão precisa verificar se este “turismo de produtos” compensa, considerando um custo total que englobe tanto os custos logísticos totais quanto a diferença do ICMS, possibilitada pela indiferença ao crédito do ICMS à jusante na cadeia de suprimentos.

O turismo fiscal é agravado pela diferença ainda maior na alíquota interestadual entre Estados denominados exportadores (Estados das Regiões Sul e Sudeste, exceto Espírito Santo) e importadores (os outros Estados), que é de somente 7%, ao invés de 12%.

Conforme Yoshizaki (2002), para uma tonelada de produto típico de supermercado (que valia cerca de R\$ 2.500,00), a diferença de alíquotas é suficiente para pagar um frete adicional de mais de 1.000 km. Não surpreende assim que alguns comerciantes das regiões Norte e Nordeste prefiram comprar diretamente de CDs localizados em São Paulo ou Minas Gerais, ao invés de se abastecer em depósitos na sua própria região. Um dos autores observou um êxodo de comerciantes do Estado do Rio de Janeiro para Minas Gerais, quando o primeiro aumentou sua alíquota interna para 19%. O atual ICMS tem gerado assim grandes distorções na rede logística nacional, onerando o chamado “Custo Brasil”.

De acordo com a proposta atual de alteração das alíquotas de ICMS (Fazenda, 2008), haverá uma alíquota interestadual única de 2%, sem diferenciação entre Estados importadores e exportadores. Esta mudança pretende incrementar parcela de ICMS no Estado onde ocorre o consumo do produto. Assim, as diferenças entre as alíquotas internas e as interestaduais irão aumentar dos atuais 5% (entre 17% e 12%) ou 12% (19% e 7%) para 15% (17% e 2%) ou 17% (19% e 2%).

3. METODOLOGIA

Para estudar o impacto do ICMS na rede logística de uma empresa, recorreu-se ao modelo de Programação Linear Inteira Misto (PLIM) desenvolvido por Yoshizaki (2002), no qual as decisões de instalação dos centros de distribuição na rede de distribuição consideram questões logísticas e fiscais. O modelo matemático e todos seus parâmetros estão detalhadamente descritos na referência acima. O estudo atual levou em consideração a modificação da demanda e da população utilizada por Yoshizaki, *et al.* (2008), a fim de atualizar o estudo realizado. Neste artigo, a estimativa da população foi novamente atualizada segundo IBGE (2010) e a demanda *per capita* foi revisada de acordo com Nielsen (2012).

A utilização da PLIM em problemas de determinação da localização de depósitos é tradicionalmente abordada na literatura (Geoffrion e Graves, 1974; Aikens, 1985; Love, *et al.* 1988; Brandeau e Chiu, 1989; Klose e Drexler, 2005; Melo, *et al.* 2009). O modelo empregado pode ser definido como um problema de transbordo multiproduto com custos fixos de instalação dos CD's, tratados com variáveis binárias. A economia de escala na operação de depósitos foi modelada ajustando-se uma curva linear por partes com variáveis binárias adicionais (Winston, 1995).

Para determinar o grau de turismo fiscal, foi então modelada uma situação hipotética, onde quatro grandes fabricantes de produtos típicos de supermercado (que não necessitem de refrigeração) devem abastecer o país com itens de grande consumo (massas e biscoitos, higiene e limpeza, alimentos enlatados e óleo de cozinha), com participações de mercado equivalentes a um líder de mercado. Todos os fabricantes podem abastecer diretamente de suas fábricas ou por intermédio

de um ou mais CD's operados por terceiros. Isto permite o compartilhamento de custos fixos de CD's, reduzindo custos para os envolvidos e simulando o uso de operadores logísticos para ganhar escala. Todos os custos logísticos provinham de valores efetivamente contratados no mercado à época do estudo, podendo ser considerados realistas (Yoshizaki, 2002). O modelo simula uma cadeia de suprimentos de três estágios (fábrica, CD, cliente) com total simetria de custos logísticos, gerando uma rede logística que minimiza o custo logístico total considerando uma dada proporção (de zero a 100%) de clientes informais.

O problema hipotético de localização de CD's e a definição de suas capacidades de transbordo, além dos fluxos de transferência e distribuição de produtos por meio de CD's ou diretamente a partir das fábricas, tem assim, as seguintes características segundo Yoshizaki (2002):

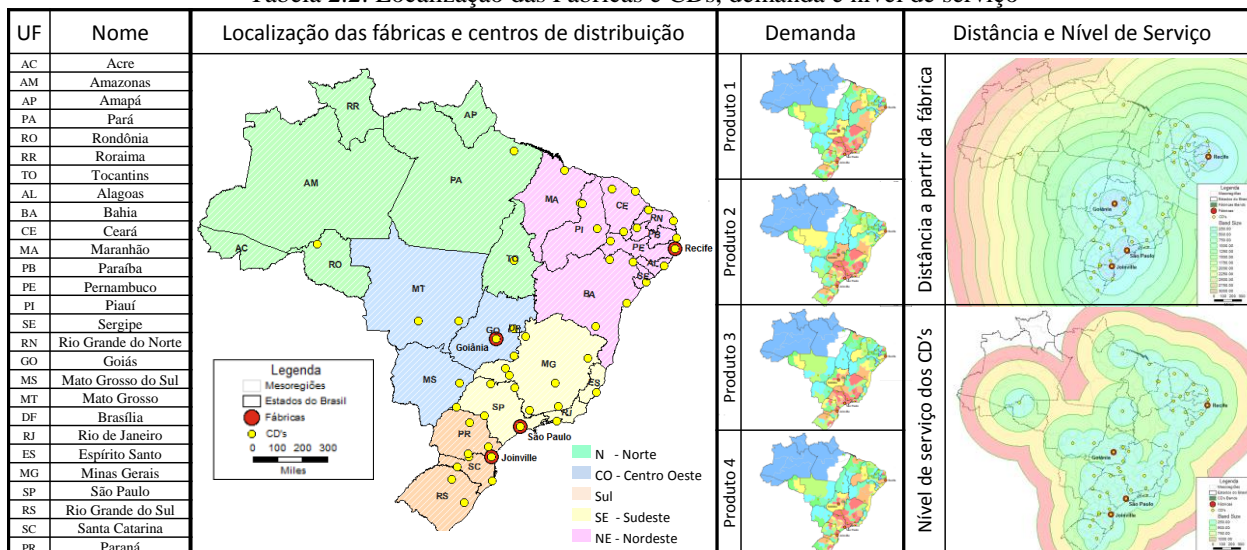
1. Quatro produtos, cada um com origem em fábricas com capacidade ilimitada em São Paulo (Sudeste), Joinville (Sul), Recife (Nordeste) e Goiânia (Centro-Oeste), todos comercializados com o valor de R\$ 2.500/t;
2. Possibilidade de abertura de CD's em 51 municípios selecionados por serem próximos a uma área de grande demanda ou de divisas entre Estados (facilitando o turismo fiscal), com capacidades compatíveis aos existentes no Brasil (20.000 t/ano; 40.000 t/ano; 70.000 t/ano; 100.000 t/ano; 150.000 t/ano; 200.000 t/ano; 300.000 t/ano; 400.000 t/ano e 600.000 t/ano);
3. Custo operacional dos CD's, sem ganho de escala (igual a R\$1,00/t);
4. Custo de transferência CT (em R\$/t) entre fábricas e CD's conforme a regressão de fretes rodoviários dada por $(11,15 + 0,0516 D)$, para distância de D km;
5. Custo de distribuição CD, dado em R\$/t, (a partir dos CD's ou das fábricas), segundo a regressão de fretes rodoviários dada por $(19,45 + 0,077 D)$, para distância de D km;
6. Restrição de nível de serviço em função do tempo de viagem para atender as mesorregiões com maior população, conforme a Tabela 2.1;
7. Distâncias entre centros geográficos das mesorregiões e os municípios medidos como menor distância na superfície terrestre (distância esférica);
8. ICMS incidindo sobre o valor da mercadoria, de acordo o Anexo A (situação atual) ou o novo ICMS (a diagonal da tabela – ICMS dentro dos Estados – se mantém e todo o resto é 2%);
9. Índice de sonegação variando de 0 a 1, ou seja, desde o limite inferior, em que nenhum varejista teria interesse em sonegar até o outro limite, em que todos os varejistas sonegariam o imposto.
10. O modelo foi implementado no IBM ILOG CPLEX utilizando o Visual C++.

11. A localização dos centros de distribuição e das fábricas, a distribuição da demanda por mesorregião e por produto e a distância e nível de serviço estão representados na Tabela 2.2.

Tabela 2.1: Restrição de nível de serviço.

População da mesorregião	Distância máxima para atendimento
Menor que 1.000.000	sem limites
entre 1.000.000 e 3.000.000	750 km
maior que 3.000.000	500 km

Tabela 2.2: Localização das Fábricas e CDs, demanda e nível de serviço



4. RESULTADOS OBTIDOS

O presente artigo se concentrará no efeito agregado do incremento do custo logístico pelo turismo fiscal e em alguns aspectos da geografia de distribuição, necessários para a demonstração das diferenças entre o cenário atual, o cenário futuro com o Novo ICMS e as simulações de ocorrência de sonegação.

É importante destacar a forma pela qual o ICMS influencia a localização das instalações. A comparação do custo logístico com o ICMS não deve ser realizada de forma direta, pois a forma de pagamento varia conforme o custo, sendo que o custo logístico representa um desembolso de caixa de forma mais direta, enquanto o ICMS é contabilizado mensalmente através da diferença entre o crédito e o débito do agente.

Ao incorporar o ICMS no modelo de programação linear, o principal objetivo não é mensurar o custo tributário propriamente dito, mas sim o de utilizar o ICMS como um ponto de atração dos centros de distribuição. Estados que possuem taxas de ICMS menores funcionam como pontos de atração de centros de distribuição. A comparação pode ser feita como um jogo de “cabo de guerra”, onde dois lados opostos puxam a corda até que um lado vença. Essa analogia funciona ao tentar explicar o *tradeoff* entre o custo logístico e a sonegação do ICMS.

O estudo foi realizado com 2 cenários básicos: atual e Novo ICMS. Os dados utilizados nos 2 cenários são exatamente iguais, diferenciando-se somente na tabela de alíquotas internas e interestaduais, possibilitando a comparação direta entre os mesmos:

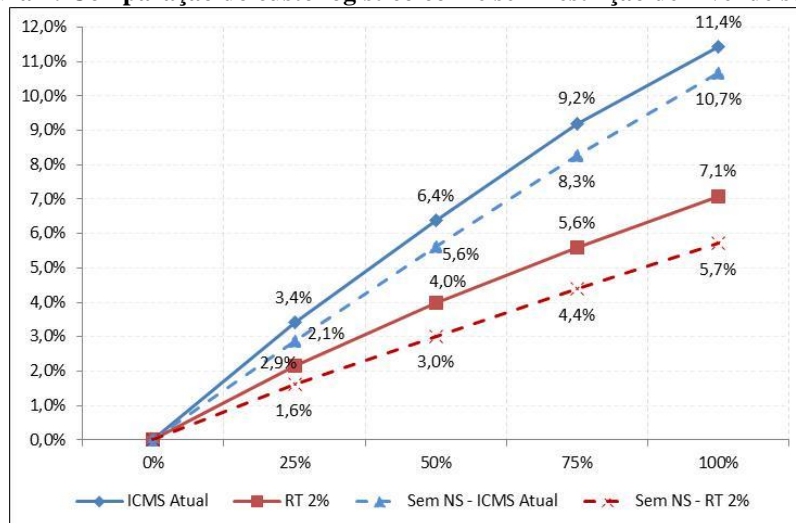
- O primeiro cenário corresponde à estrutura atual do ICMS e está dividido em 5 variantes. Cada uma corresponde aos níveis de sonegação (0%, 25%, 50%, 75% e 100%).
- O segundo cenário corresponde à reforma tributária e está dividido em 5 variantes. Cada variante corresponde aos níveis de sonegação (0%, 25%, 50%, 75% e 100%).

A diferença da estrutura das redes logísticas nos cenários analisados é demonstrada de acordo com comparações de: custos, localização de instalações, capacidade das instalações e modificação dos fluxos de origem/destino.

4.1 Avaliação do custo logístico

O primeiro aspecto analisado foi o incremento do custo logístico a partir do aumento da sonegação, ou seja, o aumento da proporção de clientes informais. Considerou-se como cenário base, aquele no qual há 0% de sonegação, ou seja, uma variante onde somente o custo logístico influencia o desenho da rede, de acordo com Yoshizaki (2002). A Figura 2 mostra o incremento do custo logístico com e sem restrição de nível de serviço à medida que se incrementa a informalidade.

Figura 2: Comparação do custo logístico com e sem restrição de nível de serviço



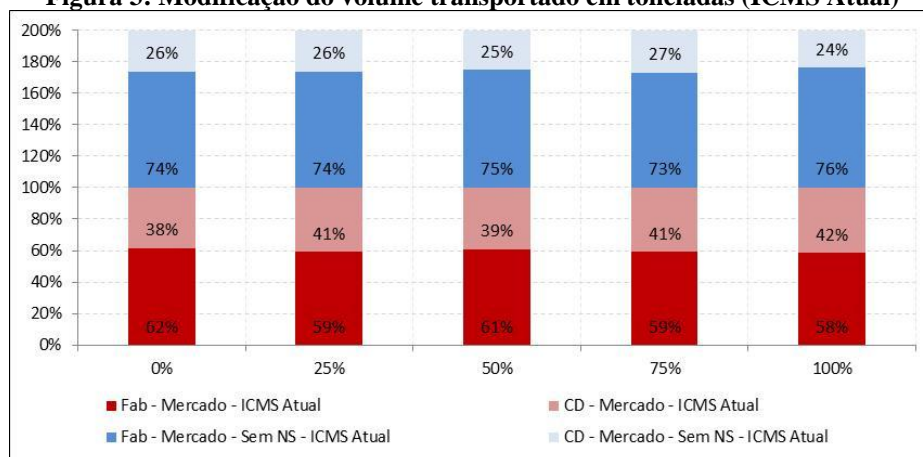
A redução do nível de serviço proporcionou uma redução dos custos logísticos independente do cenário estudado (ICMS atual e reforma tributária). No cenário com 100% de sonegação, o incremento do custo logístico para a estrutura atual de ICMS modificou de 11,4% para 10,7%, uma diferença de 0,7% em comparação ao cenário com restrição de nível de serviço. No cenário com a reforma tributária o incremento do custo logístico modificou de 7,1% para 5,7%, uma diferença de 1,4% em comparação ao cenário com restrição de nível de serviço.

Analisando-se a Figura 2 é possível perceber o incremento relativo do custo logístico em função da sonegação que se comporta de forma semelhante em ambos os cenários e que, portanto, a

reforma fiscal não consegue eliminar este tipo de turismo fiscal por completo. Dada a ordem de grandeza das diferenças entre os cenários sem e com reforma tributária, parece que a reforma pouco vai alterar a geografia de rede logística resultante.

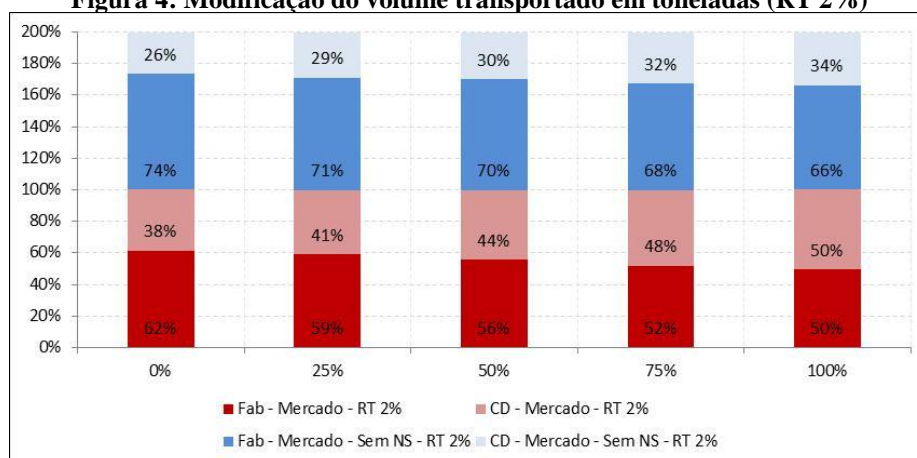
Para entender os motivos que conduzem a essa diferença, deve-se analisar o volume transportado em toneladas dos fluxos do CD para o mercado e o fluxo da fábrica para o mercado. A Figura 3 mostra a comparação do volume transportado no cenário com a estrutura atual de ICMS com nível de serviço (em vermelho) e sem nenhuma restrição de nível de serviço (em azul).

Figura 3: Modificação do volume transportado em toneladas (ICMS Atual)



A modificação do nível de serviço alterou a proporção entre os fluxos da fábrica para o mercado e o fluxo do CD para o mercado. No cenário com nível de serviço a proporção era de 58% e 42% respectivamente (100% de sonegação) e no cenário sem restrição de nível de serviço essa proporção mudou para 76% e 24% respectivamente. A proporção entre esses fluxos não sofreu alteração conforme a modificação da sonegação, porém a alteração do nível de serviço incentivou o fluxo direto (fábrica para o mercado), reduzindo assim o número total de CD's utilizados na malha.

Figura 4: Modificação do volume transportado em toneladas (RT 2%)

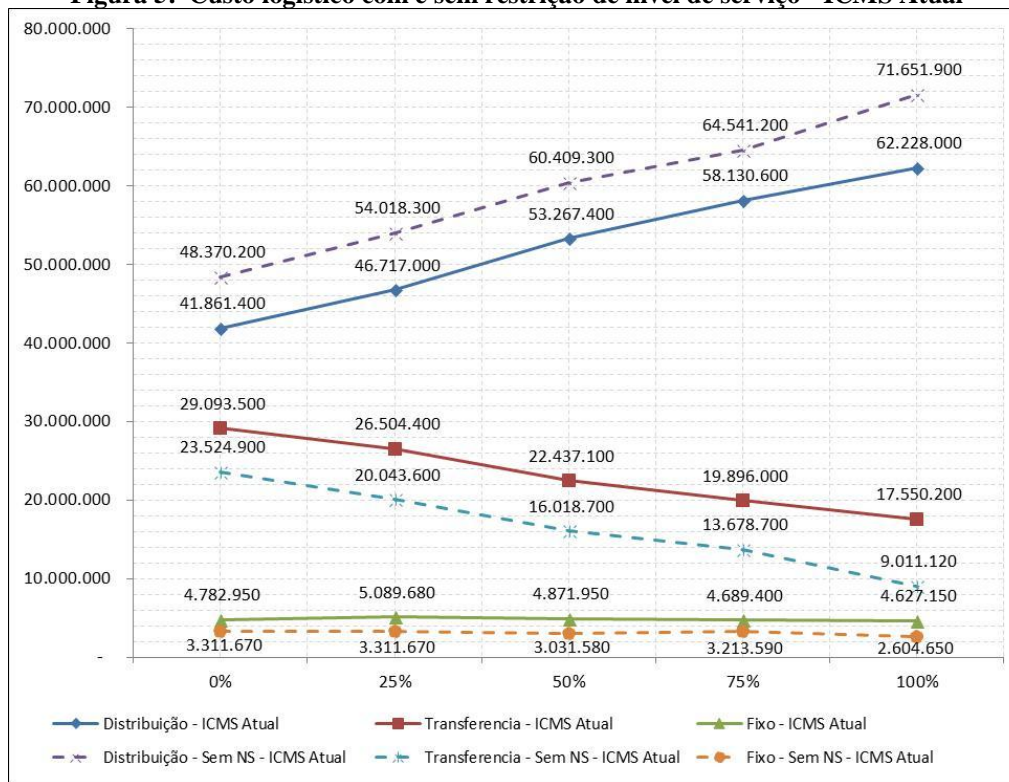


Esse efeito também é encontrado ao analisar os cenários com a reforma tributária (Figura 4), porém esse efeito é de menor intensidade. No cenário com 100% de sonegação, a proporção do

fluxo direto e do fluxo do centro de distribuição para o mercado é de 50% e 50% respectivamente. Ao reduzir o nível de serviço, essa proporção modifica-se para 66% e 34% respectivamente. A alteração da sonegação não modificou significativamente a proporção entre esses fluxos.

Essa alteração da proporção entre o fluxo direto e o fluxo do CD para o mercado impacta diretamente o custo de distribuição, transferência e fixo. A Figura 5 mostra o custo de distribuição, transferência e custo fixo para o cenário com a estrutura atual do ICMS.

Figura 5: Custo logístico com e sem restrição de nível de serviço - ICMS Atual



A princípio, o custo de transferência no cenário com a estrutura atual de ICMS é modificado de R\$ 29 milhões (cenário sem sonegação) para R\$ 17 milhões (cenário com 100% de sonegação e com restrição de nível de serviço), sendo que o custo de distribuição foi reduzido de R\$ 29 milhões (cenário sem sonegação) para R\$ 17 milhões (cenário com 100% de sonegação e com restrição de nível de serviço), uma diferença de 47% e 41% respectivamente.

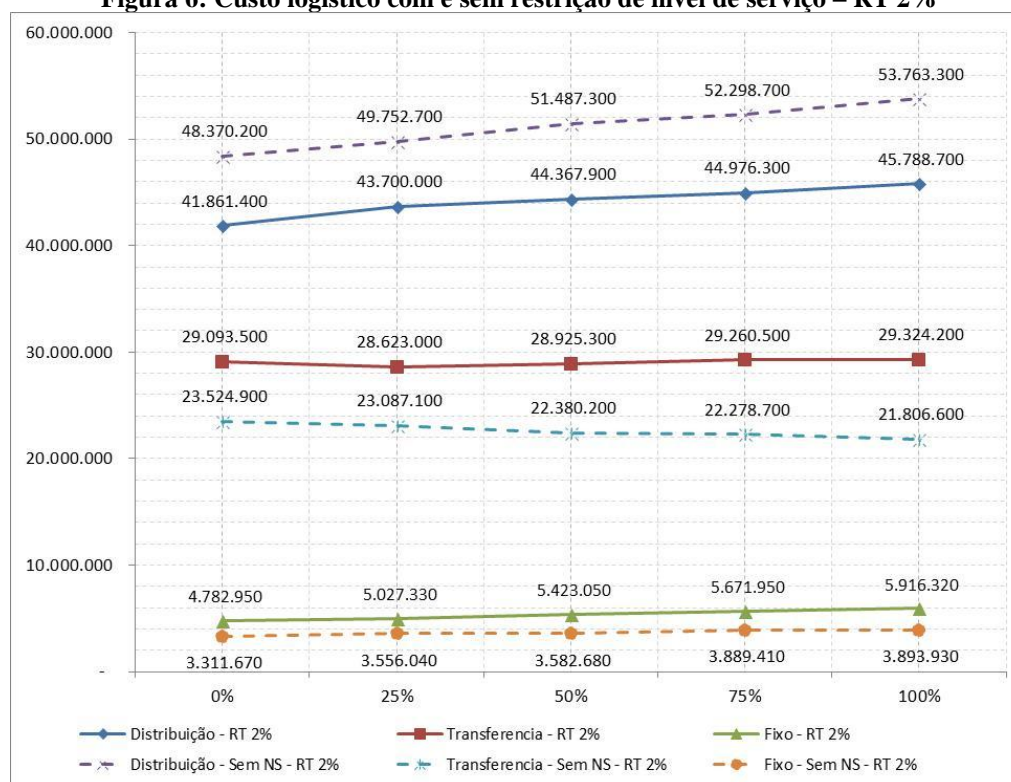
Percebe-se que a reta do custo de distribuição é “deslocada para cima”, evidenciando um aumento do custo de distribuição em aproximadamente 15% em comparação ao cenário com nível de serviço. Esse efeito é ocasionado pelo aumento do volume movimentado no fluxo da fábrica para o mercado.

No cenário com reforma tributária (Figura 6), o custo de distribuição aumentou de R\$ 41 milhões para R\$ 45 milhões no cenário com 100% de sonegação, sendo que o custo de transferência aumentou de R\$ 29 milhões para R\$ 29,3 milhões no cenário com 100% de sonegação, uma diferença de 9,3% e 0,8% respectivamente.

Em contrapartida, a reta do custo de transferência é “deslocada para baixo”, evidenciando uma redução no custo de transferência. No cenário com 100% de sonegação, o custo de transferência foi reduzido de R\$ 17.550.200 para R\$ 9.011.120, uma redução de aproximadamente 49%. Essa diferença é ocasionada pela redução do volume transportado de 42% (cenário com nível de serviço) para 24% (cenário sem restrição de nível de serviço). A alteração no custo fixo está relacionada com a redução na quantidade de centros de distribuição utilizados.

Percebe-se a mesma relação de aumento do custo de distribuição e redução do custo de transferência encontrada no cenário com o ICMS Atual. O custo de distribuição aumentou de R\$ 45.788.700 no cenário com nível de serviço (100% de sonegação) para R\$ 53.763.300 no cenário sem restrição de nível de serviço (100% de sonegação). O custo de transferência reduziu de R\$ 29.324.200 no cenário com nível de serviço para R\$ 21.806.600 no cenário sem restrição de nível de serviço, uma redução de aproximadamente 25%. A Figura 6 mostra os custos logísticos para o cenário RT 2% (reforma tributária).

Figura 6: Custo logístico com e sem restrição de nível de serviço – RT 2%



Analisando os custos do cenário com o ICMS atual, existe uma relação direta entre o aumento da sonegação e o aumento do custo de distribuição, porém esta relação é modificada quando se analisa o custo de transferência, que possui uma relação inversamente proporcional ao aumento da sonegação. A relação encontrada na rede com a reforma tributária possui um aspecto diferente, pois não sofre muita alteração à medida que a sonegação aumenta.

O impacto do nível de serviço no cenário com a reforma tributária foi menor que o impacto no cenário com a estrutura atual de ICMS, visto que o volume e o custo não foram modificados tanto quanto o volume e o custo logístico no cenário com a estrutura atual de ICMS. No cenário com a reforma tributária, a utilização de centros de distribuição foi maior do que no cenário com a

estrutura atual de ICMS, sendo este um dos motivos para a diferença entre o custo e o volume transportado por fluxo em cada um dos cenários.

4.2 Avaliação da localização e da capacidade das instalações

No cenário com o ICMS atual, à medida que ocorre o aumento da sonegação, o número de instalações é reduzido principalmente na Região Nordeste, justificada pela alteração nos fluxos origem e destino. A demanda da Região Nordeste começa a ser atendida pela Região Sudeste, justificando o aumento do custo de distribuição evidenciada na Figura 5. A verificação dos fluxos origem-destino deixa esta relação mais evidente.

Ao se comparar o cenário com 0% de sonegação (sem influência do ICMS) e o cenário de 25% de sonegação para a estrutura atual de ICMS, a Região de Minas Gerais passa de uma a quatro instalações (vide Tabela 3). Este aumento evidencia o forte posicionamento do Estado como ponto de triangulação para grandes atacadistas e distribuidores que atendem a um vasto número de varejistas por todo o país.

Tabela 3: Quantidade e localização das instalações

		Região - Destino				Total	UF - Destino																Total			
		SUL	SE	NE	CO		DF	GO	AL	BA	CE	MA	PB	PE	PI	RN	SE	MG	RJ	SP	PR	RS		SC		
ICMS Atual	Sonegação	0%	2	4	7	1	14		1		1	1	1		1	1	1	1	1	1	2		1	1	14	
		25%	2	7	6		15				1	1	1		1		1	1	4	1	2	1	1		15	
		50%	2	7	5		14			1				2		1		1	5	1	1	1		1	14	
		75%	2	6	2		10						1				1		5		1	1	1		10	
		100%	2	6	1		9		1												5		1	1	1	9
Sem NS - ICMS Atual	Sonegação	0%	1	2	7		10				1	1	1		1	1	1	1	1		1		1		10	
		25%	1	3	6		10				1	1	1		1		1	1	3			1			10	
		50%	1	3	4		8		1	1					1	1				3			1			8
		75%	1	4	2		7		1						1						4			1		7
		100%	1	3			4															3		1		4
RT 2%	Sonegação	0%	2	4	7	1	14		1		1	1	1		1	1	1	1	1	1	2		1	1	14	
		25%	2	5	7		14			1	2			2		1		1	3	1	1	1	1		14	
		50%	2	4	7	2	15	1	1	1	1		2	1	1		1	2	1	1	1	1		1	15	
		75%	2	5	6	1	14	1		1	1		2		1		1	4		1	1	1		1	14	
		100%	2	5	6	1	14	1		1	1		2		1		1	4		1	1	1		1	14	
Sem NS - RT 2%	Sonegação	0%	1	2	7		10				1	1	1		1	1	1	1	1		1		1		10	
		25%	1	2	6	1	10	1		1	1		2	1	1			2					1		10	
		50%	1	1	6	1	9	1		1	2		2		1			1					1		9	
		75%	1	2	6	1	10	1		1	2		2		1			2					1		10	
		100%	1	1	6	1	9	1		1	1		2		1			1	1				1		9	

As instalações localizadas na Região Sul não sofreram modificações nos cenários desenvolvidos, porém a Região Centro Oeste, o Estado de Mato Grosso e o Distrito Federal receberam instalações no cenário, com a reforma tributária. No cenário com a estrutura atual de ICMS, existe um tendência de redução do número de instalações à medida que a sonegação aumenta, em contrapartida, esta tendência não foi encontrada nos cenários com a reforma tributária, permanecendo a mesma localização à medida que a sonegação aumenta.

No cenário com a estrutura atual do ICMS, um ponto a observar é o cenário com 0% de sonegação (ótimo logístico). A quantidade de instalações é modificada de 14 instalações (com nível de serviço) para 10 instalações (sem restrição de nível de serviço), alterando o cenário de comparação. Essa diferença mostra que instalações localizadas no Rio de Janeiro, Santa Catarina

da célula. Foi identificada uma relação diretamente proporcional entre o aumento da capacidade e o aumento da sonegação, encontrado nos dois cenários. A Tabela 3 e a Tabela 4 evidenciam que não só a localização das instalações é modificada, mas também a capacidade das instalações. Porém, a rede logística com a reforma tributária possui uma descentralização geográfica maior do que o analisado no cenário com o ICMS Atual.

A modificação gradual dos custos no cenário com a reforma tributária, destacada pela Figura 6, é devido ao fato de a localização das instalações não sofrer grandes modificações com o aumento da sonegação. A reforma tributária favorece a localização de instalações na Região Nordeste e Centro-Oeste, diferentemente da Região Sul que não sofre modificações significativas.

A diferença sutil entre o custo de transferência e o custo de distribuição do cenário com a reforma tributária, demonstrados pela Figura 6, é perceptível ao observar a distância percorrida pelos fluxos do centro de distribuição até o mercado na Figura 8. A rede logística da reforma tributária não difere do cenário base tanto quanto a rede logística do cenário com ICMS atual difere, ou seja, a rede logística do cenário da reforma tributária está mais próxima do ótimo logístico, exemplificado pelo cenário base com 0% de sonegação.

A concentração dos fluxos na Região de Minas Gerais é um ponto a ser destacado. Os centros de distribuição localizados no Estado funcionam como um *hub* logístico, ou seja, ponto de triangulação de fluxos cujo objetivo é reduzir a carga tributária, prejudicando a rede com fluxos desnecessários e longos. Além disso, a capacidade das instalações no cenário com ICMS atual é maior do que a capacidade das instalações no cenário com reforma tributária. Esta diferença é devido ao fato do Estado de Minas Gerais ser um ponto concentrador da maioria dos fluxos de saída de mercadoria para os mercados, ocasionado pelo turismo fiscal. Este ponto é amenizado ao analisar a rede logística do cenário com a reforma tributária.

A diferença do custo de transferência e do custo de distribuição no cenário com a estrutura atual de ICMS é exemplificada nos mapas de fluxos da Figura 8. No cenário com 100% de sonegação, as fábricas enviam as mercadorias diretamente para os centros de distribuição localizados em Minas Gerais, sendo que, a partir deste ponto, são atendidos os centros de demanda. No cenário com reforma tributária, o fluxo da fábrica para o centro de distribuição sofre uma variação significativa, porém os fluxos são parecidos com os fluxos do cenário base, justificando um custo semelhante.

É possível concluir que a reforma tributária irá descentralizar a localização das instalações, contudo, o efeito de centralização das instalações no Estado de Minas Gerais, encontrado no cenário com nível de serviço, era proporcionado pelo nível de serviço e não por causa do ICMS.

A diferença entre os custos fixos é justificada pela diferença na quantidade de centros de distribuição. A expressiva diferença entre o custo de transferência no cenário com a estrutura atual de ICMS é justificada pela redução significativa do volume movimentado pelo fluxo do centro de distribuição para o mercado. Contudo, a utilização de 9 instalações (100% de sonegação) no cenário com a reforma tributária justifica a pequena diferença entre o custo de transferência nos cenários com e sem restrição de nível de serviço.

De forma mais detalhada, a Tabela 4 mostra a localização e a capacidade das instalações. O detalhamento desta análise mostra que regiões como Pouso Alegre, Teófilo Otoni e Unai são

regiões que independente do nível de serviço são utilizadas como ponto de triangulação no cenário com a estrutura atual de ICMS. No cenário com a reforma tributária, somente Pouso Alegre é utilizado quando o nível de serviço é reduzido. A quantidade de instalações na Região Sudeste também é reduzida, evidenciando que algumas localizações são utilizadas devido à restrição de nível de serviço.

4.3 Avaliação por produto

A forma pelo qual o estudo foi construído, utilizando 4 diferentes empresas em 4 localizações diferentes, proporciona uma oportunidade de analisar cada uma das empresas e compreender o impacto do nível de serviço e do ICMS em cada rede individualmente. O total da demanda (832.294 toneladas) foi assim dividido:

1. São Paulo: sabão em pó, detergente, amaciante, bolachas e biscoitos, massas alimentícias (430.783 t – 52%);
2. Joinville: óleo de cozinha (215.029 t – 26%);
3. Goiânia: extrato de tomate, molho de tomate, purê de tomate, conserva em lata e maionese. (127.707 t – 15%);
4. Recife: shampoo e sabonete. (58.775 t – 7%);

A análise do volume movimentado por fluxo e por produto em cada cenário (Figura 7) ajuda a entender o comportamento de cada rede de acordo com a alteração do nível de serviço e do ICMS. Essa figura está dividida 2 duas partes: a primeira parte mostra a rede estudada para o cenário com a estrutura atual de ICMS (com e sem restrição de nível de serviço) e a segunda parte mostra a mesma rede para a reforma tributária (com e sem restrição de nível de serviço).

Essa figura proporciona uma rápida visualização das modificações entre os cenários. A análise horizontal permite comparar os cenários com a estrutura atual de ICMS e a reforma tributária e a análise vertical permite comparar os cenários com e sem restrição de nível de serviço.

Figura 8: Mapas de fluxos por produto e cenário

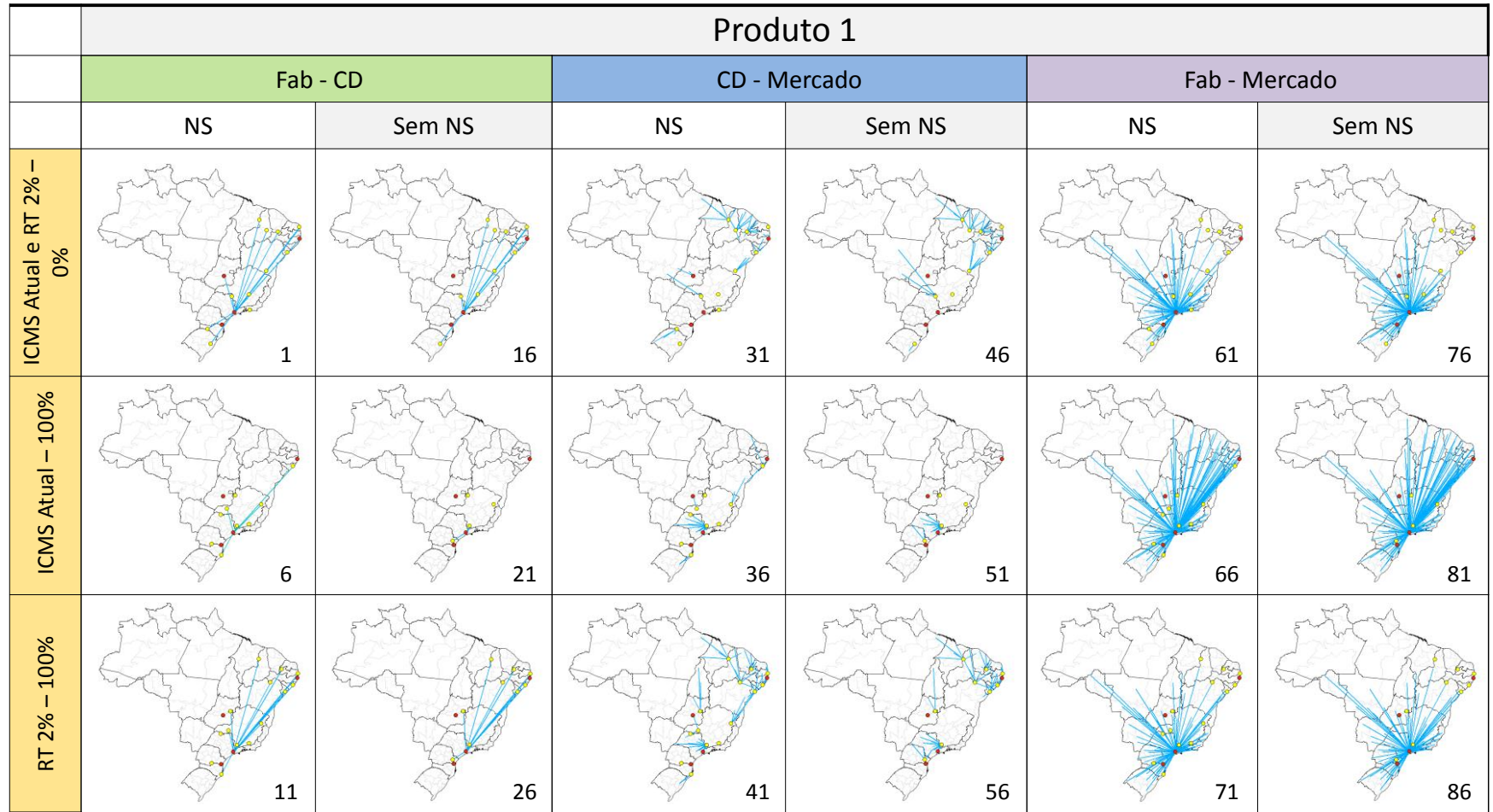


Figura 9: Continuação Mapas de fluxos por produto e cenário

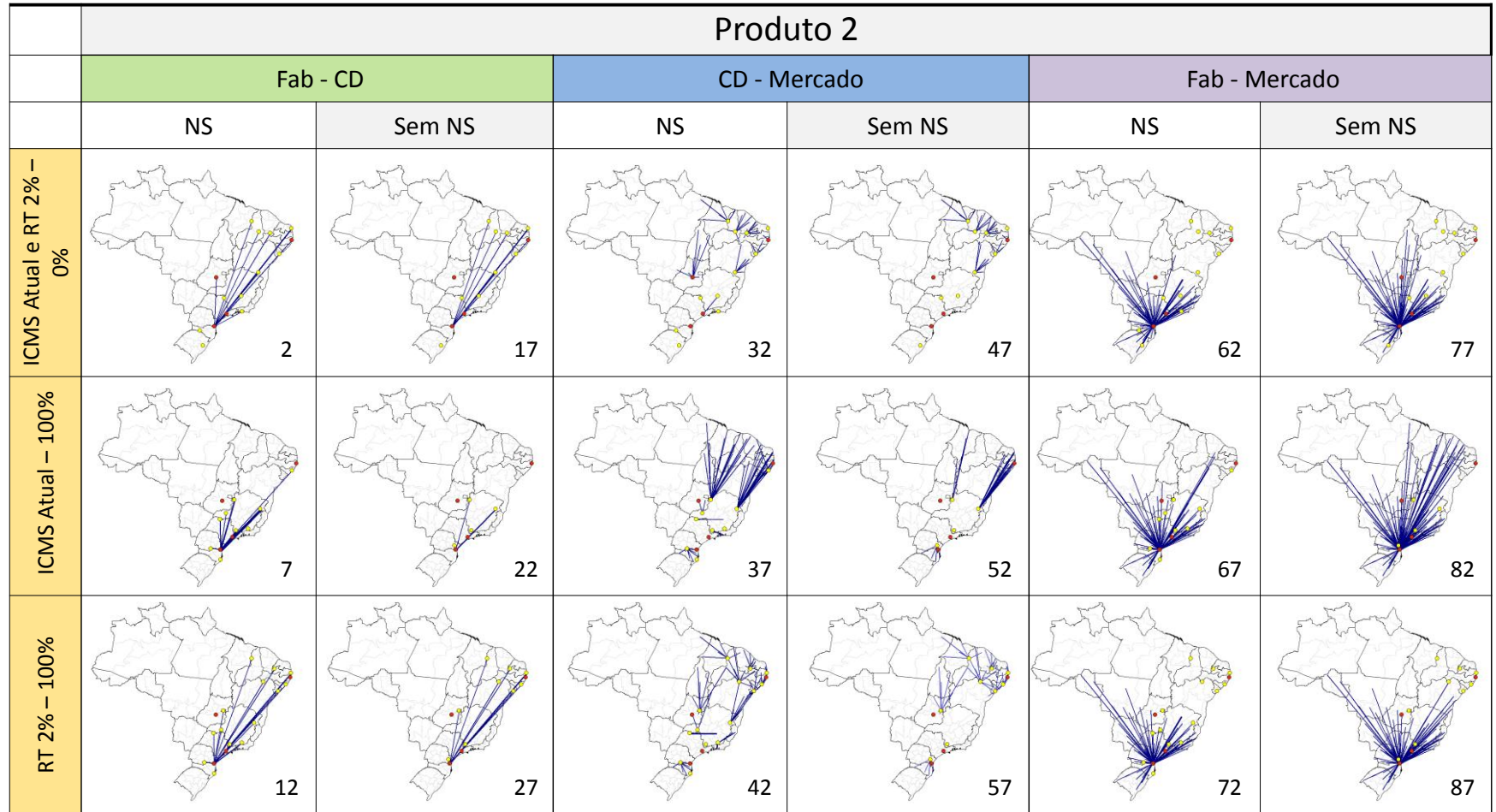


Figura 10: Continuação Mapas de fluxos por produto e cenário

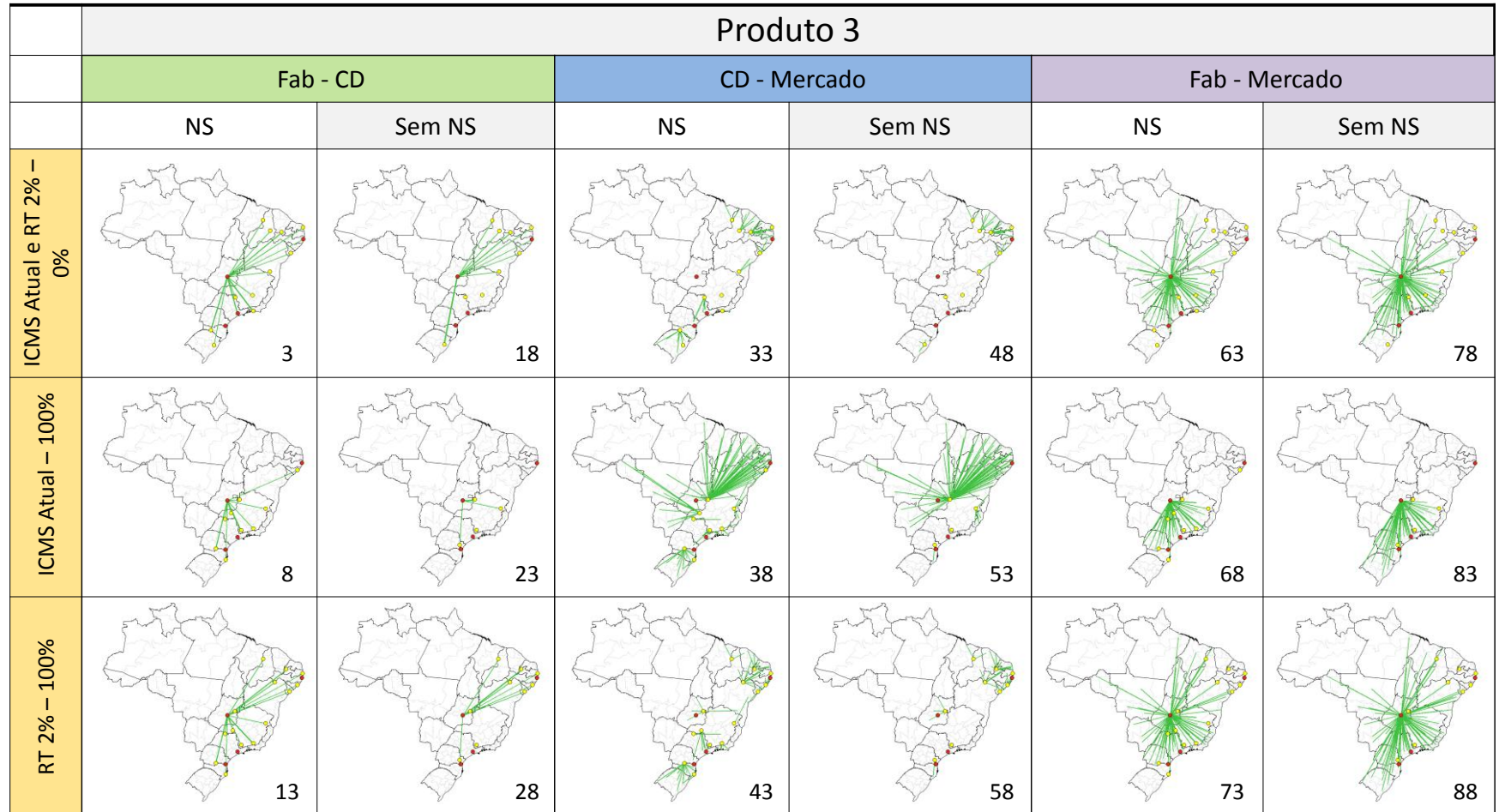


Figura 11: Continuação Mapas de fluxos por produto e cenário

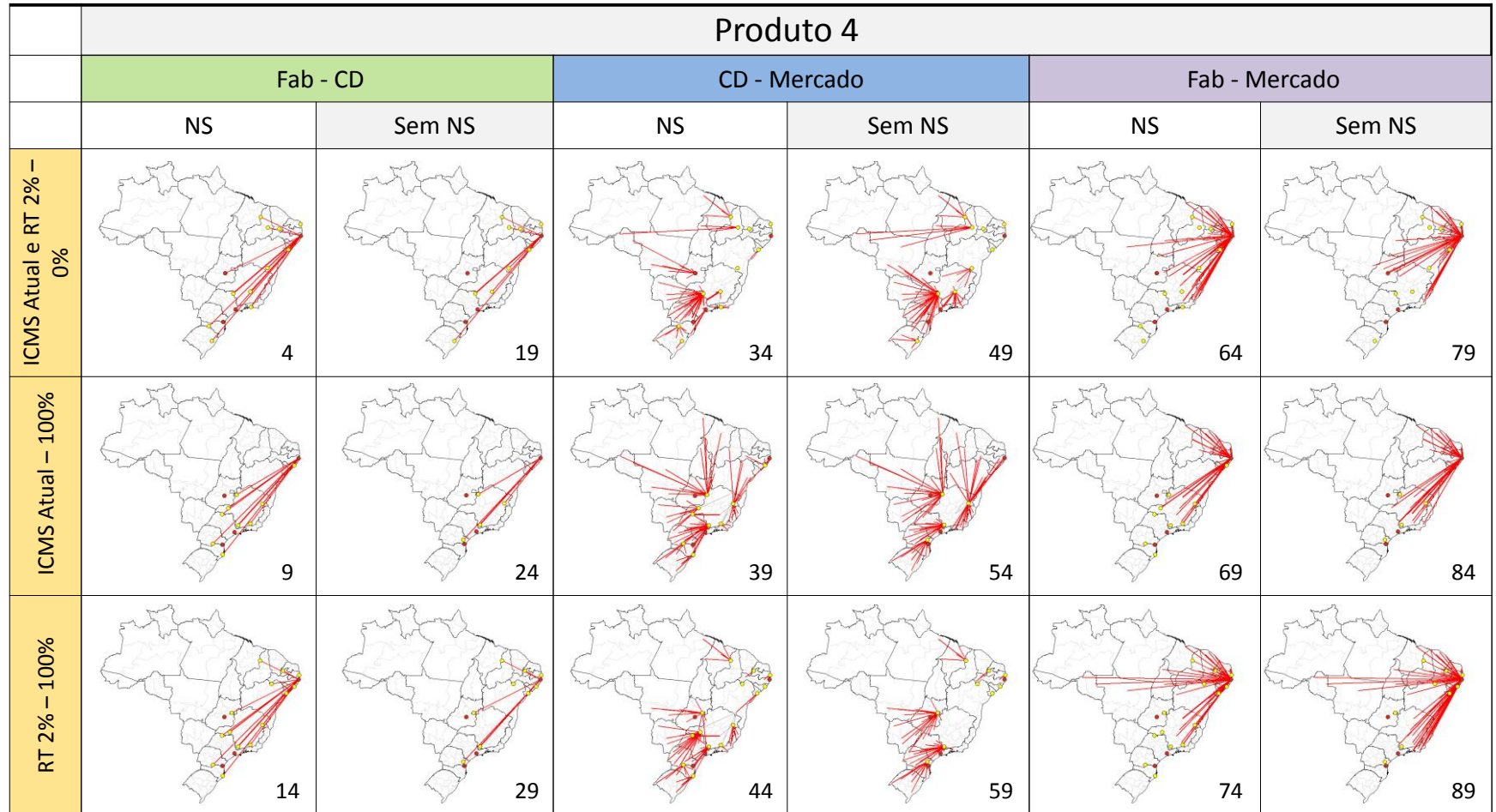
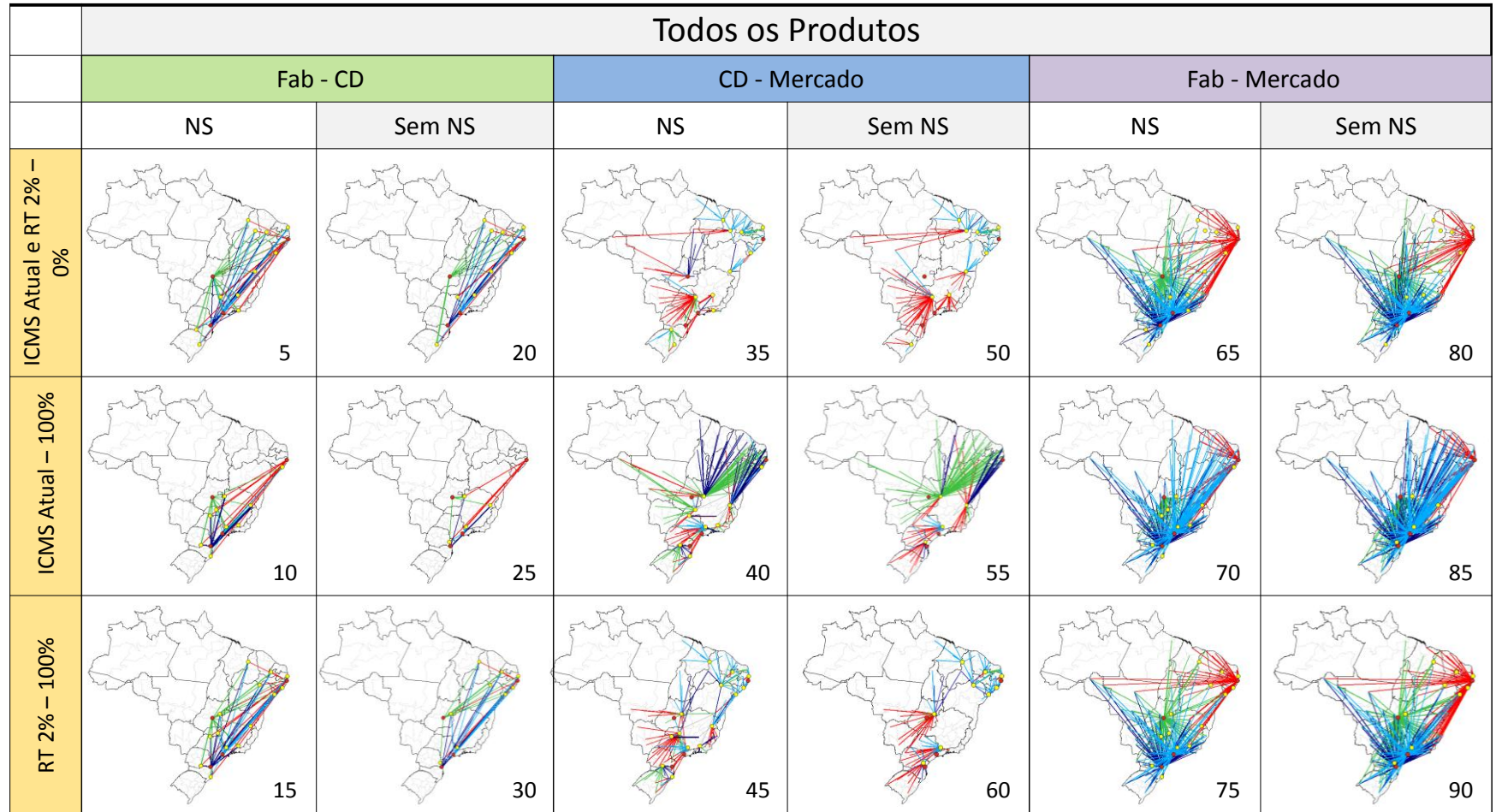


Figura 12: Continuação Mapas de fluxos por produto e cenário



A porcentagem está relacionada ao volume total movimentado do produto por tipo de fluxo (CD para o mercado e fábrica para o mercado). Além disso, foi utilizada uma escala de “temperatura”, facilitando a identificação dos valores extremos. A Figura 8 mostra os mapas de fluxo por produto e cenários (ICMS Atual e reforma tributária).

As Figura 7, 8, 9, 10, 11 e 12 devem ser analisadas juntas, permitindo assim uma melhor compreensão dos motivos que ocasionam as mudanças nos volumes dos fluxos por cenário. Todos os mapas das Figura 8, 9, 10, 11 e 12 estão numerados para facilitar a localização dos mapas e respectivos fluxos. A Figura 7 contém uma coluna chamada mapa (em amarelo) contendo as numerações dos mapas de acordo com cada fluxo.

A Figura 7 permite analisar o fluxo do produto 1 em diferentes perspectivas. Ao comparar o volume transportado por fluxo nos cenários com o ICMS Atual e a reforma tributária (análise horizontal) é possível compreender que o fluxo do CD para o mercado é incentivado, chegando a uma diferença de 11% no volume transportado no cenário com 100% de sonegação.

A justificativa para a alteração de 11% no volume transportado está na descentralização ocasionada pela reforma tributária, ou seja, a Região Nordeste começa a receber mais centros de distribuição e conseqüentemente a demanda das mesorregiões do Nordeste começam a ser atendidos por centros de distribuição localizados no Nordeste, incentivando a utilização do fluxo CD para o Mercado.

A Figura 8 (mapa 36 e 41) permite visualizar a alteração da rede do produto 1 para os cenários com a estrutura atual do ICMS e para a reforma tributária. Ao analisar os mapas fica evidente o melhor aproveitamento do fluxo CD para o Mercado. A Figura 8 (mapa 6 e 11) mostra o fluxo da fábrica para os centros de distribuição, evidenciando o aumento do fluxo de transferência para os centros de distribuição localizados no Nordeste. A alteração do nível de serviço não modifica significativamente o volume nos fluxos de transferência e entrega direta, essa relação é evidenciada na Figura 8 (mapa 36 e 51) e na Figura 8 (mapa 41 e 56).

O fluxo da fábrica para o mercado da rede logística do produto 1 é desestimulada ao modificar o cenário da estrutura atual de ICMS para a reforma tributária, porém o fluxo é incentivado ao modificar o nível de serviço. A Figura 8 (mapa 66, 71, 81 e 86) mostra a alteração da rede logística para o fluxo da fábrica para o mercado nos diferentes cenários analisados.

O comportamento da rede logística do produto 2 (Joinville) é diferente da rede logística do produto 1. A modificação do cenário com a estrutura atual de ICMS para a reforma tributária não altera significativamente a proporção do volume movimentado no fluxo de transferência, Figura 9 (mapa 37 e 42) e no fluxo de entrega direta, Figura 9 (mapa 67 e 72). Porém, mesmo com uma pequena diferença no volume movimentado entre o cenário com a estrutura atual de ICMS e a reforma tributária, a rede logística do produto 2 é bastante modificada pela diferença na localização dos centros de distribuição.

A maior modificação na proporção do volume movimentado está na alteração do nível de serviço. Essa modificação proporciona um aumento do fluxo de entrega direta, modificando os fluxos de origem e destino conforme a comparação entre os mapas 67 e 82 e os mapas 72 e 87 segundo a Figura 9.

A rede logística do produto 3 possui um comportamento muito parecido com a rede logística do produto 2. A alteração do cenário com a estrutura atual de ICMS para o cenário com

reforma tributária não modifica significativamente a proporção do volume movimentado, porém a alteração do nível de serviço proporciona uma alteração mais representativa, incentivando o fluxo direto. As comparações dos mapas 68 e 83 e os mapas 73 e 88 na Figura 10 mostram a diferença entre os fluxos de entrega direta na rede logística. A comparação dos mapas 38 e 53 e os mapas 43 e 58 mostram a modificação do nível de serviço para os fluxos de transferência na rede logística do produto 3.

Um ponto a se destacar é a utilização do centro de distribuição de Unai como ponto de triangulação dos fluxos do produto 3 com destino ao Nordeste. Mesmo com a modificação do nível de serviço, o centro de distribuição em Unai ainda é utilizado. Porém esse centro de distribuição não será utilizado a partir do momento que a reforma tributária entrar em vigor, incentivando o fluxo de entrega direta conforme os mapas 43 e 73 na Figura 10.

A rede logística do produto 4 (Recife) não sofreu alterações significativas com a mudança dos cenários. A baixa representatividade do volume do produto 4 não permite concluir se o motivo pelo qual a rede não sofreu nenhuma alteração é devido ao fato que a Região Nordeste não sofre influência dos cenários estudados, ou se a baixa representatividade da demanda influenciou essa decisão. A Figura 11 mostra os mapas de fluxos do produto 4 e a Figura 12 mostra os mapas de fluxos contendo todos os produtos.

Ao alterar o nível de serviço, a representatividade do fluxo do CD para o Mercado é reduzido em ambos os cenários (ICMS Atual e reforma tributária) e o fluxo direto é incentivado para todos os produtos. Porém, a rede logística do produto 1 é mais sensível à alteração do cenário do ICMS Atual para a reforma tributária do que a alteração do nível de serviço. Contudo, ao analisar as redes dos produtos 2 e 3 essa relação se mostrou inversa, ou seja, a alteração do nível de serviço proporciona uma modificação da relação entre o volume movimentado por transferência e entrega direta maior do que a modificação da estrutura atual do ICMS para a reforma tributária.

Para complementar o entendimento dos efeitos dos cenários até aqui estudados, a Figura 13 mostra a representatividade do volume do produto no total movimentado em cada centro de distribuição. Essa análise permite compreender os principais motivos para a utilização do centro de distribuição em uma determinada região.

O primeiro produto a ser analisado será o volume movimentado do produto 1. A Figura 13 (mapa 1) mostra que o volume movimentado do produto 1 (em azul claro) para o cenário com 0% de sonegação (ótimo logístico) está concentrado em centro de distribuição no Nordeste, representando em média 58% do volume movimentado. Essa informação pode ser confirmada ao analisar a Figura 8 (mapa 1 e 31), que mostra os fluxos da fábrica de São Paulo para os centros de distribuição.

No cenário com 100% de sonegação, os fluxos são direcionados para o centro de distribuição de Pouso Alegre, representando aproximadamente 60% do volume movimentado. A mudança dos fluxos está representada na Figura 8 (mapa 6 e 36). A proporção entre os fluxos de transferência e entrega direta não foram modificados conforme a Figura 7.

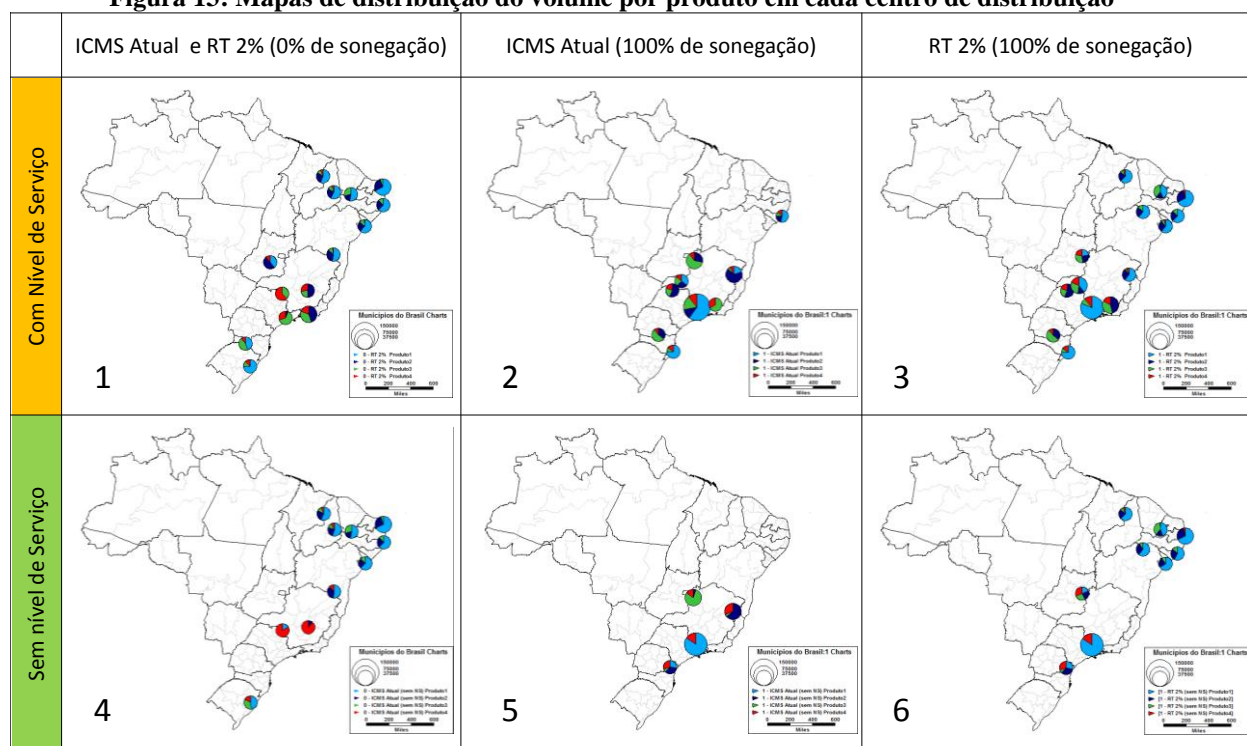
No cenário com a reforma tributária (100% de sonegação), a utilização dos centros de distribuição está parecida com o ótimo logístico e o volume movimentado do produto 1 é em média 51% do total movimentado nos centros de distribuição localizados no Nordeste. A principal diferença está na utilização do centro de distribuição em Pouso Alegre, cuja representatividade do produto 1 é 81% do volume movimentado. Ao comparar os mapas 1 e 11 e os mapas 31 e 41 da Figura 8 é possível verificar que a rede logística não sofre

mudanças significativas ao implementar a reforma tributária, aspecto analisado no capítulo anterior.

Porém, conforme a Figura 7, a proporção entre os fluxos de transferência e entrega direta é modificada significativamente, alterando de 15% para 26% (fluxo CD – Mercado) respectivamente. Essa mudança é justificada pela modificação da dinâmica de localização, ou seja, na reforma tributária os centros de distribuição estão localizados no Estado vizinho, com isso, o volume movimentado no CD de Pouso Alegre é incentivado, por se tratar de um CD localizado ao lado do Estado com maior demanda.

As principais mudanças ao comparar o cenário com e sem restrição de nível de serviço estão relacionadas ao incentivo do fluxo direto e a redução do número de centros de distribuição de 9 (ICMS Atual, 100% de sonegação e com nível de serviço) para 4 (ICMS Atual, 100% de sonegação e sem restrição de nível de serviço). Os mapas 2 e 5 da Figura 13 mostram a alteração dos centros de distribuição, sendo a concentração dos fluxos do CD de Pouso Alegre uma característica comum aos dois cenários.

Figura 13: Mapas de distribuição do volume por produto em cada centro de distribuição



Ao analisar a rede logística do produto 2 é possível verificar que a estrutura atual de ICMS proporciona uma concentração dos fluxos no Estado de Minas Gérias. Interessante notar que o CD de Teófilo Otoni é o responsável pelo atendimento das mesorregiões do Nordeste, como ilustrado pelos mapas 37 e 52 da Figura 9. A alteração do nível de serviço reduziu a quantidade de mesorregiões que são atendidos pelos centros de distribuição, consequentemente aumentando o fluxo de entrega direta conforme os mapas 67 e 82 da Figura 9. Ao comparar o volume movimentado dos cenários com 0% de sonegação e 100% sonegação para a reforma tributária (Figura 7), percebe-se que o volume é modificado de 10% para 11% (fluxo CD – Mercado).

Essa pequena modificação da rede é principalmente ocasionada pela modificação dos fluxos na Região Sudeste e independente do cenário, a Região Nordeste não é modificada

significativamente. Essa relação é ilustrada ao comparar os mapas 1 e 3 da Figura 13, concluindo assim a relativa proximidade entre as redes logísticas.

A alteração do nível de serviço modifica a rede logística do produto 3 de uma forma muito parecida com a modificação do produto 2. O fluxo de entrega direta é incentivado ao reduzir o nível de serviço, aspecto evidenciado pela comparação entre os mapas 1 e 4 na Figura 13. O principal motivo da utilização do centro de distribuição localizado em Unaí é a proximidade do CD a região de origem do produto 3 (Goiânia). Esse aspecto é ilustrado pelo mapa 5 da Figura 13 e pelos mapas 38 e 53 da Figura 10.

4.4 Modificação do nível de serviço

Para entender o comportamento da rede logística de acordo com o aumento do nível de serviço foram desenvolvidos mais alguns cenários, permitindo assim visualizar a modificação dos custos logísticos e do número de centros de distribuição à medida que o nível de serviço é aumentado.

O nível de serviço utilizado nesse estudo é exatamente igual para todas as mesorregiões, diferenciando-se da restrição de nível de serviço utilizado no estudo anterior que possuía uma restrição de nível de serviço para cada faixa de população na mesorregião.

Esse estudo permite avaliar a evolução dos custos logísticos de acordo com o aumento da restrição de nível de serviço. A Figura 14 mostra a evolução do custo logístico e do número de instalações de acordo com o aumento do nível de serviço.

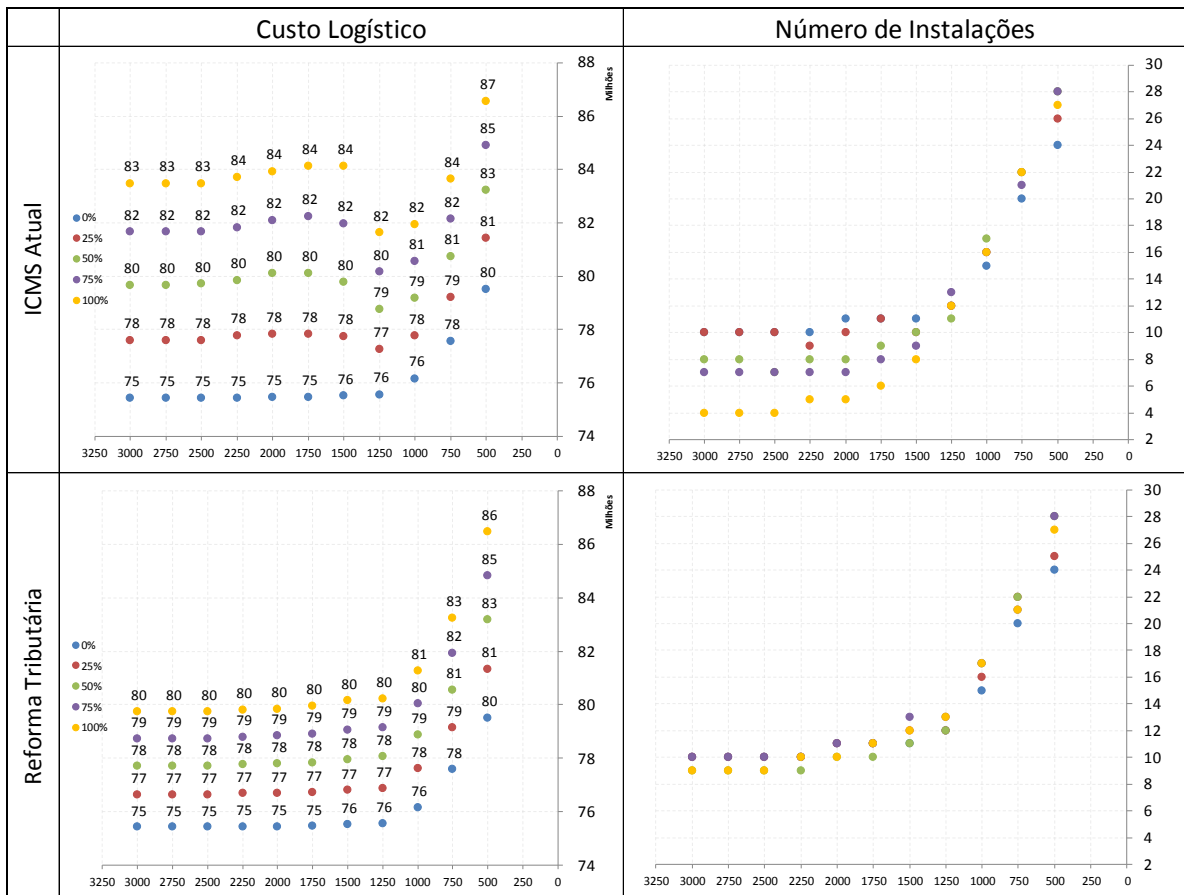
Os níveis de serviço em quilômetros utilizados para esse estudo foram: 500, 750, 1000, 1250, 1500, 1750, 2000, 2250, 2500, 2750 e 3000.

O comportamento da rede logística com a estrutura atual de ICMS mostra que existe um espaço maior entre os cenários no gráfico do custo logístico, evidenciando uma influência maior da sonegação. Essa diferença modifica de 75 milhões (0% de sonegação) para 83 milhões (100% de sonegação) no cenário com o nível de serviço de 3000 km. O cenário com a reforma tributária não sofre variação do custo logístico tanto quanto o cenário com a estrutura atual sofre à medida que o nível de serviço aumenta.

Um ponto de destaque está relacionado ao cenário com a estrutura atual de ICMS. Quando o nível de serviço fica acima de 1250 km, ocorre uma melhora do custo logístico. Todas as mesorregiões do Nordeste são atendidas por CD's localizados em Minas Gerais para um nível de serviço de 3000 a 1250 km e a partir do momento que o nível de serviço é aumentado, muitas das mesorregiões do Nordeste não conseguem ser atendidas diretamente do Estado de Minas Gerais. Essa modificação proporciona uma melhora no custo logístico, visto que o cenário ótimo possui muitas instalações localizadas no Nordeste.

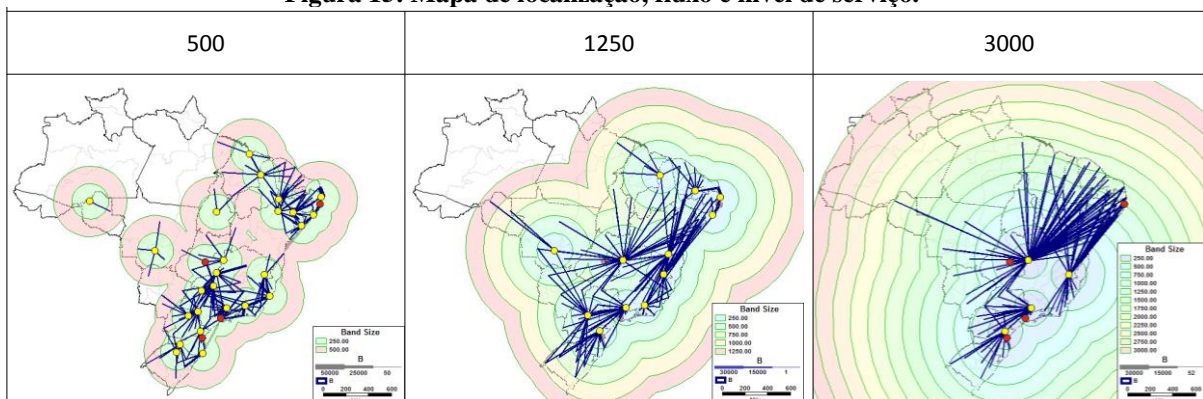
A partir de 1250 quilômetros, as redes logísticas da estrutura atual de ICMS e da reforma tributária são muito parecidas devido ao limite de atendimento imposto pelo nível de serviço.

Figura 14: Evolução do custo logístico e do número de instalações de acordo com o aumento do nível de serviço.



O número de instalações também é modificado a partir do aumento do nível de serviço. No cenário com a estrutura atual de ICMS é possível perceber que ocorre um desvio maior entre o número de instalações nos cenários de 0% a 100% de sonegação. À medida que o nível de serviço vai aumentando, esse desvio é reduzido. No cenário com a reforma tributária, não ocorre desvios significativos entre os cenários de 0% a 100% de sonegação. A Figura 15 mostra o mapa de fluxo, localização e nível de serviço para os cenários com 500, 1250 e 3000 km.

Figura 15: Mapa de localização, fluxo e nível de serviço.



4.5 Modificação na alíquota interestadual da Reforma Tributária

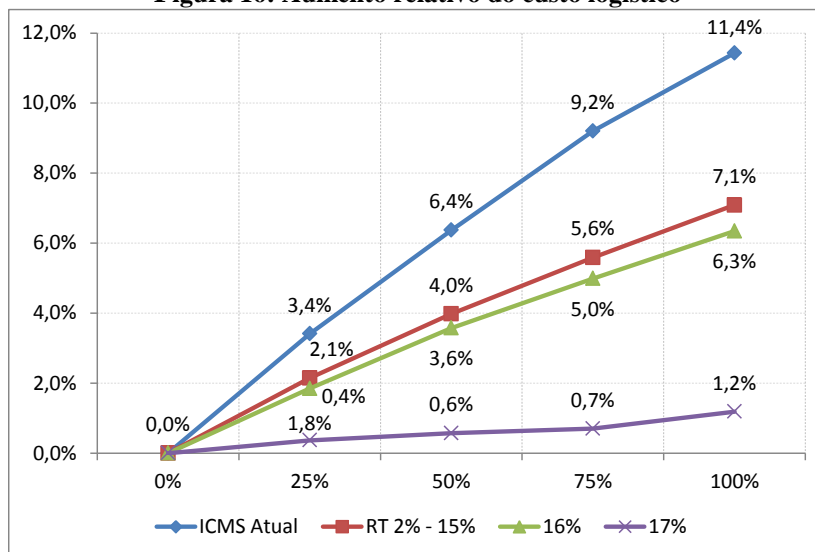
A proposta apresentada pelo Senado (2008) institui uma alíquota de 2% no transporte interestadual. Todo o estudo até aqui desenvolvido foi utilizado à alíquota interestadual de 2%, contudo, como seria a modificação da rede logística para uma alíquota interestadual de 4%?

Devido à constante dificuldade de definição da melhor alíquota por parte do governo e dos Estados, sentiu-se a necessidade de analisar o comportamento da rede para diferentes alíquotas. Essa alternativa proporciona uma expansão do conhecimento das relações causa e efeito no planejamento de redes logísticas com ICMS.

Para isso, desenvolveram-se novos cenários com diferentes alíquotas interestaduais, partindo de uma alíquota interestadual de 2% até a alíquota interestadual de 17%, mantendo as alíquotas internas conforme a estrutura atual de ICMS (mínimo de 17% e máximo de 19%).

Os resultados encontrados mostram que somente a partir da alíquota interestadual de 16% é que a rede logística sofre alguma alteração. Isso acontece devido à diferença entre as alíquotas internas e interestaduais. Esse resultado encontrado no estudo mostra que para uma alíquota interestadual abaixo de 16% a rede logística é exatamente igual à rede logística encontrada para a alíquota interestadual de 2%. A única diferença é no montante de imposto arrecadado pelos Estados. A Figura 16 mostra o aumento do custo logístico de acordo com a modificação da alíquota interestadual.

Figura 16: Aumento relativo do custo logístico



A Figura 16 mostra que o aumento relativo do custo logístico no cenário com alíquota interestadual 16% é de 6,3% (100% de sonagação). Para o cenário com a alíquota interestadual de 17%, o aumento do custo logístico é de 1,2% (100% de sonagação).

A distorção encontrada na rede logística com a estrutura atual de ICMS é devido à diferença entre Estados exportadores e importadores, ou seja, os fluxos dos Estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Santa Catarina e Paraná para os Estado do Nordeste possuem a alíquota de 7%, o restante dos fluxos interestaduais possuem alíquota interestadual de 12%. Essa diferença ocasiona a maioria dos problemas encontrados no planejamento de redes logísticas no Brasil.

Contudo, a simples unificação da alíquota já seria suficiente para reduzir o impacto tributário no planejamento de redes logísticas. Um dos principais problemas encontrados na aprovação da reforma tributária é a definição da alíquota, visto que, a representatividade do ICMS na receita dos Estados é muito grande e a modificação da mesma poderia acarretar profundos déficits orçamentários. Porém a simples unificação da alíquota já poderia melhorar muito a competitividade das empresas e reduzir a distorção da rede logística ocasionando uma redução do custo logístico conforme demonstrado pelo estudo.

Muitos dos benefícios e vantagens encontrados nesse estudo são devido ao processo de unificação da alíquota interestadual e não por causa propriamente da alíquota interestadual. A demora na aprovação da reforma tributária gira em torno da definição da alíquota interestadual mais adequada, porém esse estudo mostra que no que tange ao aspecto de planejamento logístico, o mais importante não é a alíquota, mas sim o processo de unificação. Com isso, o simples fato da unificação das alíquotas já poderia melhorar o planejamento de redes logísticas impactando diretamente na redução a médio prazo do chamado “Custo Brasil”.

5. CONCLUSÃO

A estrutura atual do ICMS sobrecarrega a rede logística com movimentações desnecessárias (turismo fiscal) e aumenta o custo logístico total, aspecto também analisado por Ribeiro (1999), Yoshizaki (2002), Silva (2007), Yoshizaki *et al* (2008), Carraro (2009) e Wanke (2009). O presente modelo do ICMS foi estabelecido pela constituição de 1988 (antigo ICM), sendo um dos seus objetivos promover a descentralização do desenvolvimento industrial pelo estabelecimento de alíquotas diferenciadas entre Estados importadores e exportadores (cf. Carazza, 2009).

Nos cenários analisados, dois fatores geram o turismo fiscal: a estrutura de alíquotas diferenciadas do ICMS e a existência de sonegação deste imposto. Apesar de não haver estatísticas precisas sobre a sonegação do ICMS, ela é considerada significativa (Yoshiazaki, 2002). Uma estimativa de 25% de sonegação levaria a um incremento no custo logístico de 3% na cadeia de distribuição modelada. Como somente a economia informal no país em 2010 chegou a 18,3% do PIB (IBRE, 2011), o acréscimo da sonegação fiscal por canais não-informais faz a estimativa de 25% parecer conservadora. Assim, a estrutura do ICMS atual, que ajudou o Brasil a descentralizar o desenvolvimento, está prejudicando a competitividade das empresas ao retirar capacidade da sobrecarregada infraestrutura logística brasileira e ao aumentar o custo Brasil.

Uma importante conclusão do estudo é que a nova estrutura do ICMS mantém o incentivo ao turismo fiscal, por parte da cadeia de distribuição que atua informalmente e, continua distorcendo a estrutura logística resultante, pela artificialidade da demanda resultante. O incremento no custo logístico associado diminui de 3% para 2% no caso de uma sonegação de 25%, mas ainda é significativo.

As principais diferenças na rede logística com a reforma tributária estão na localização e na capacidade das instalações. No presente sistema do ICMS ocorre centralização das instalações em regiões com alíquotas relativas mais baixas, como Minas Gerais. A reforma tributária proporciona descentralização das instalações que passam a atender Estados vizinhos, reduzindo a distância de atendimento aos mercados. Pode-se assim prever que haverá uma alteração na presente geografia da rede de atacadistas e centros de distribuição, caso a sonegação continue nos níveis atuais. A sonegação pode ser reduzida com o uso

compulsório de novas tecnologias de automação comercial e faturamento, como a nota fiscal eletrônica.

As regiões Nordeste e Centro-Oeste têm sua topologia alterada com a reforma tributária, mas diferem quando comparadas à solução sem a influência do ICMS (ótimo logístico). À medida que a sonegação de imposto aumenta, a rede logística com a estrutura atual de ICMS sofre mudanças significativas, porém com o Novo ICMS tal modificação é menos marcante, sendo os cenários muito parecidos independentemente do grau da sonegação.

Foram avaliadas as alterações na rede logística de acordo com a modificação do nível de serviço. Os principais resultados mostram que o custo logístico aumenta conforme a melhora do nível de serviço e o aumento da sonegação. No cenário com a estrutura atual de ICMS, o fluxo da fábrica para o mercado é incentivado. Na rede com a reforma tributária, o fluxo da fábrica para o mercado não é tão incentivado quando comparado ao aumento do fluxo no cenário com a estrutura atual de ICMS. Os custos de distribuição sofrem aumento, contudo, os custos de transferência sofrem redução à medida que aumenta a sonegação (Figura 5 e Figura 6).

A alteração da alíquota interestadual proporcionou o entendimento de qual alíquota a rede logística começaria a ser modificada. Para qualquer alíquota interestadual abaixo de 16%, mantendo as alíquotas internas atuais (mínimo de 17% e máximo de 19%), a rede logística permaneceria a mesma do cenário com a alíquota interestadual de 2%. Esse resultado mostra que simplesmente a unificação da alíquota já proporcionaria a modificação e as vantagens encontradas no estudo, ou seja, os resultados encontrados podem ser encontrados desde o cenário com alíquota interna de 2% até a alíquota interestadual de 16%.

Muito tem se discutido sobre qual seria a melhor alíquota interestadual, sendo este um dos motivos para a dificuldade na aprovação da proposta da reforma tributária. Porém, esse estudo mostra que independentemente da alíquota abaixo de 16%, o cenário seria o mesmo. No que tange ao aspecto de planejamento de redes logísticas, a adoção de uma alíquota unificada já traria muitos benefícios conforme constatado no estudo. Todos os resultados encontrados nesse estudo podem ser utilizados para qualquer alíquota interestadual abaixo de 16%.

A reforma tributária foi elaborada para reduzir o impacto na competitividade das empresas frente a uma estrutura que está ultrapassada para os níveis atuais de desenvolvimento. Conforme constatado pelo estudo vigente, no que tange ao aspecto logístico, a reforma tributária irá trazer melhorias significativas no aspecto de fluxo de origem e destino bem como na localização das instalações.

Estudos futuros poderiam acrescentar o crédito de ICMS oriundo dos fornecedores de matéria prima e compreender até que ponto esses créditos modificariam os resultados encontrados. Um estudo detalhado sobre a representatividade do ICMS nos orçamentos estaduais bem como a definição de uma alíquota interestadual adequada para o processo de unificação do ICMS poderia complementar os resultados até aqui encontrados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aikens, C. H., 1985. Facility location models for distribution planning. *European Journal of Operation Research* 22, n. 4, 263-279.
- Avittathur, B., Janat J., Gupta O. K., 2005. Distribution centre location modelling for differential sales tax structure. *European Journal of Operational Research* 162 ,191–205
- Ballou, R. H., 2006. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos. Editora Bookman, Porto Alegre, RS.
- Brandeau, M. L., Chiu, S. S., 1989. An overview of representative problems in location research. *Management Science* 35, n. 7, 645-674.
- Bhatnagar, R., Sohal, S., 2005. Supply chain competitiveness: measuring the impact of location factors, uncertainty and manufacturing practices. *Technovation* 25 , 443–456
- Carazza, R., 2009. *ICMS* (14ª ed.). Malheiros, São Paulo.
- Carraro, P. R., 2009. *Avaliação da Influência de aspectos logísticos, fiscais e ambientais no projeto de distribuição física e ambientais no projeto de redes de distribuição física*. Dissertação (Mestrado). Programa de Mestrado em Engenharia de Sistemas Logísticos, Escola Politécnica da USP. São Paulo.
- Castro, N. R., 2004. Logistic Cost and Brazilian Regional Development. *The World Bank*.
- Chopra, S., 2003. Designing the distribution network in a supply chain. *Transportation Research Part E* vol. 39 , 123-140.
- DEPECON, 2010. *Reforma tributária: reflexos sobre empresas e regiões*. Departamento de Pesquisas e Estudos Econômicos. Disponível em: <<http://www.idsust.com.br>>. Acesso em 20 de abr. 2010.
- Fazenda, M., 2008. *Cartilha da Reforma Tributária*. Ministério da Fazenda. Disponível em: <<http://www.fazenda.gov.br>>. Acesso em: 22 de abr. 2011.
- Fleury, R. E., Wanke, P., Figueiredo, K., 2000. *Logística empresarial: a perspectiva brasileira*. Atlas, São Paulo, SP.
- Genschel, P., Schwarz, P., 2011. Tax competition: a literature review. *Socioecon Rev* 9 (2), 339-370.
- Geofrion, A. M., Graves, G. W., 1974. Multicommodity distribution system design by Benders decomposition. *Management Science* 20, n. 5, 822-844.
- IBGE, 2010. *Censo 2010*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.com.br>>. Acesso em: 15 de abr. 2011.
- IBRE, 2011. *Índice da Economia Subterrânea*. Instituto Brasileiro de Economia. Disponível em: <<http://www.etco.org.br/publicacoes/estudos-pesquisas/estudos-e-pesquisas/>>. Acesso em: 22 de fev. 2012.
- Junqueira R. A. R., Morabito, R., 2012. Production and logistics planning considering circulation taxes in a multi-plant seed corn company. *Computers and Electronics in Agriculture* 84 ,100–110.
- Klose, A., Drexl, A., 2005. Facility models for distribution planning. *European Journal of Operation Research* 22, n. 3, 4-29.
- Love, R., Morris, J. G., Wesolowsky, G. O., 1988. *Facilities location: models & methods*. New York, North-Holland.
- Meixell, M. J., Gargeya, V. B., 2005. Global supply chain design: a literature review and critique. *Transportation Research Part E*. 41 , 6 November, 531 – 550.
- Melo, M. T., Nickel, F., Saldanha, F., 2009. Facility location and supply chain management. *European Journal of Operation Research* 196, 401-412.

- Nielsen, 2012. *Retail Index*. Disponível em: < <http://www.abrasnet.com.br/economia-e-pesquisa/indice-de-volume/indice/>>. Acesso em: 9 de jan. 2012.
- Ribeiro, N., 1999. *Contribuição ao aperfeiçoamento de sistemas logísticos de distribuição no contexto tributária brasileiro: estudo de caso em indústria de bens de consumo*. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da USP. São Paulo.
- Senado, 2010. *Relatório preliminar da subcomissão temporária da reforma tributária*. Congresso Nacional. Disponível em: < <http://www.senado.gov.br>>. Acesso em: 20 de abr. 2011.
- Silva, M. B., 2007. *Otimização de redes de distribuição física considerando incentivo fiscal baseado no crédito presumido de ICMS*. Dissertação (Mestrado). Programa de Mestrado em Engenharia de Sistemas Logísticos, Escola Politécnica da USP. São Paulo.
- Wanke, P., Montebeller, E. J., Vouga, R. T., 2009. *Introdução ao planejamento de redes logísticas*. Atlas, São Paulo.
- Winston, W., 1995. *Introduction to mathematical programming*. Duxbury Press, New York..
- Yoshizaki, H. T., 2002. *Projeto de redes de distribuição física considerando a influência do Imposto de Circulação de Mercadorias e Serviços*. Tese de Livre Docência, Escola Politecnica da USP. São Paulo.
- Yoshizaki, H. T., 2003. *Carta de Brasília e Logística*. Jornal: Valor Econômico. Disponível em: < <http://www.bv.fapesp.br/namidia/noticia/17559/carta-brasilia-logistica/>>. Acesso em: 23 de jan. 2011.
- Yoshizaki, H. T., Hino, C. M., Rosin, R. A., 2008. Reforma Tributária: Avaliando a influência do novo imposto de circulação de mercadorias e serviços (ICMS) na futura configuração da logística brasileira. *XII Simposio Brasileiro de Pesquisa Operacional*. João Pessoa.

