



Sustentabilidade na logística do agronegócio

Coordenador: Thiago Guilherme Péra (Grupo de Pesquisa e Extensão em Logística Agroindustrial, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo ESALQ-LOG/ESALQ/USP)

Apresentadores:

- Catarina Barbosa Careta (Grupo de Pesquisa e Extensão em Logística Agroindustrial, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo ESALQ-LOG/ESALQ/USP)
- Elisangela Pereira Lopes (Confederação Nacional da Agricultura – CNA)
- Tais Fonseca de Medeiros (Banco Mundial)

Justificativa

A preocupação da logística nos últimos tempos não se restringe somente em movimentar insumos e produtos, espacialmente, temporalmente, em condições adequadas e no menor custo possível. A sociedade tem demandado novas abordagens e práticas mais sustentáveis, inclusive as exigências transbordam também para práticas sociais e de governança, a chamada agenda *Environmental, Social and Corporate Governance* (ESG). O transporte, a principal atividade da logística, é uma das maiores fontes de emissões de gases de efeito estufa ainda mais para o setor de cargas, em decorrência da baixa eficiência energética. A preocupação da sociedade de incorporar práticas mais sustentáveis nas cadeias de suprimentos pressiona a logística a adotar novas abordagens e nesta linha é de grande relevância a temática da discussão da sustentabilidade na logística para a cadeia do agronegócio, de forma a estruturar políticas públicas e privadas para o agronegócio do futuro em termos de promover a competitividade do setor de forma sustentável e com contribuições para a segurança alimentar, reduzindo as diversas ineficiências logísticas em um país de dimensões continentais com uma elevada heterogeneidade de infraestrutura logística.



Resumos Expandidos:

1. A busca de soluções do tipo “win-win” nas métricas de sustentabilidade da logística do agronegócio brasileiro

Thiago Guilherme Péra (ESALQ-LOG, ESALQ/USP)

O Brasil é um dos maiores fornecedores globais do agronegócio. A produção brasileira de grãos, por exemplo, ultrapassa os duzentos milhões de toneladas por ano, que é convertida em carga para ser movimentada em um país de dimensões continentais, com uma elevada heterogeneidade de infraestrutura entre as regiões, uma geografia de produção diversificada, uma matriz de transporte predominantemente de baixa eficiência energética pela elevada presença do transporte rodoviário.

O objetivo desta pesquisa é avaliar estratégias de sustentabilidade na logística da soja brasileira de forma a encontrar soluções do tipo “ganha-ganha”, na integração entre o componente ambiental (emissões de dióxido de carbono) e o econômico (custo logístico), envolvendo os diferentes modos de transporte (rodoviário, ferroviário, hidroviário e marítimo), tanto para o fornecimento no mercado doméstico quanto internacional. Tal pesquisa contribui com alguns dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) definidos pela Organização das Nações Unidas (ONU) envolvendo a melhoria de sistemas de transporte de forma a promover meios mais sustentáveis.

O entendimento e conceituação da logística passou por diferentes abordagens e integrações ao longo do tempo, principalmente envolvendo o século XX, com preocupações diferenciadas. A preocupação das organizações até a década de 1950 era de fazer a gestão das atividades diversas de aquisição de material, estoque, armazenagem, transporte de matéria-prima, previsão de demanda, planejamento de produção e estoque, manuseio de materiais, embalagens, distribuição, dentre outras, de forma pulverizada sem que se tivesse a preocupação principal com o objetivo global da organização, que era o de atender às satisfações dos seus clientes ao menor custo possível (BALLOU, 2007). A *green logistics* pode ser entendida como o estudo dos efeitos ambientais de todas as atividades envolvidas no transporte, na armazenagem e manuseio de produtos físicos que se movimentam ao longo da cadeia de suprimentos em todos os sentidos (MCKINNON, 2015). Rodrigue, Slack & Comtois (2017) conceituam *green logistics* como sendo práticas e estratégias de gestão da cadeia de suprimentos que visam reduzir a pegada ambiental e energética da distribuição de cargas, envolvendo diversas atividades, tais como manuseio de materiais, gerenciamento de resíduos, embalagem e transporte. Mais ainda, Zhang *et al.* (2015) avaliam que *green logistics* preocupa-se em distribuir bens de forma sustentável levando em consideração fatores ambientais (poluição, poluentes, pegada do carbono, consumo de energia, resíduos, deterioração e perdas) e sociais (consumo verde, satisfação do consumidor e obrigações da firma) e que o desempenho econômico (por exemplo, minimização dos custos, maximização do lucro etc.) não é mais o único objetivo na logística.

A busca do equilíbrio de distintos objetivos na sustentabilidade das organizações – econômicos, ambientais e sociais – criam tensões, as quais podem ser decompostas em quatro tipos: (i) *win-win* (ganha-ganha): encontra soluções que equacionam diferentes objetivos (sociais, ambientais e econômicos) e assim evita-se a tensão a partir da escolha onde existe convergência dos objetivos, ou seja, as soluções encontradas são melhoradas para os diferentes objetivos; (ii) *trade-off*: escolhe-se um elemento de sustentabilidade em detrimento de outros;



(iii) integrativa: mudança do foco econômico para o foco social e/ou ambiental, a partir do reequilíbrio de pesos dos elementos; e, (iv) paradoxal: aceitação e exploração das tensões ao invés de resolvê-las (VAN DER BYL & SLAWINSKI, 2015).

Ao inserir novas abordagens para a logística – como preocupações ambientais e sociais - aumenta o desafio de se equacionar os novos *trade-offs* e transformá-los em desejáveis soluções *win-win*. Por exemplo, Seuring (2013), em uma revisão de publicações sobre questões verdes e sustentáveis nas cadeias de suprimentos que utilizaram métodos quantitativos, constatou alguns aspectos importantes: (i) a dimensão social foi tratada de forma simplificada, identificando uma lacuna importante na literatura; (ii) a dimensão econômica foi tratada no conceito de custo total, não captando os esforços das empresas na implementação de *green supply chain*; e, (iii) a integração das três dimensões (ambiental, social e econômica) normalmente foi avaliada como *trade-offs*, mas poderia ser avaliada como soluções *win-win*, quando se estabelecem padrões ambientais e sociais mínimos. Gružasuskas, Baskutis & Navickas (2018) contribuem com a discussão ao enfatizar que custos e sustentabilidade são fatores importantes para a competitividade no mercado na gestão da cadeia de suprimentos e avalia que para mitigar o *trade-off* entre desempenho econômico e sustentabilidade é preciso de novos conceitos de gestão e tecnologia.

A abordagem de proposição de uma *green logistics* para a soja brasileira é de avaliar os efeitos das mudanças tecnológicas e de infraestrutura de transporte envolvendo diferentes métricas de sustentabilidade: custos de transporte, emissões de CO₂, perdas nas atividades logísticas, demanda de combustível, intensidade de transporte (demanda) dos diferentes modos e demanda de caminhões, de forma a se avaliar as soluções do tipo *trade-offs* ou soluções *win-win* com as mudanças tecnológicas e infraestruturais. Para isto, é formulado um modelo matemático de *green logistics*, envolvendo uma abordagem de otimização, especificamente, utilizando o modelo de equilíbrio de rede de transporte, de forma a encontrar as elasticidades de variação de alguns componentes (parâmetros) do transporte nas métricas de sustentabilidade. O procedimento de estimativa envolve identificar os valores das variáveis de interesse na solução de ótimo inicial. Na sequência, aplica-se um choque percentual em todos os elementos da matriz ou do vetor de um determinado parâmetro do modelo de *green logistics* e gera-se a nova solução de ótimo do modelo, identificando os novos valores das variáveis de interesse e suas variações em relação à solução de ótimo inicial. Com isso, calculam-se as elasticidades como sendo as variações percentuais das variáveis de interesse em relação à variação percentual do choque realizado no parâmetro específico. No caso, a variação percentual é igual para todos os parâmetros. A interpretação do coeficiente de elasticidade apresenta a variação média esperada em uma determinada variável de interesse, em percentual, a partir da variação de 1% no parâmetro avaliado. O sinal positivo do coeficiente de elasticidade demonstra que a variação média da variável de interesse ocorre no mesmo sentido da variação do parâmetro, enquanto o sinal negativo demonstra um efeito contrário.

A Tabela 1 apresenta as potenciais estratégias e políticas que podem ser adotadas para otimizar, no sentido da minimização, algumas variáveis de interesse (custos totais de transporte, emissões de CO₂, perdas nas atividades logísticas e demanda de caminhões) a partir da melhoria dos parâmetros mais sensíveis, que puderam ser aferidos pelos coeficientes de elasticidades. Adotou-se como referência, para cada efeito dos parâmetros nas variáveis, o módulo do coeficiente de elasticidade acima de 0,18.



Tabela 1 – Potenciais estratégias e políticas recomendadas para minimização de algumas variáveis de interesse a partir de ações nos parâmetros mais sensíveis

Variáveis de interesse	Parâmetros mais sensíveis (elasticidade $\geq 0,18$)	Algumas potenciais estratégias e políticas para otimização da variável de interesse (minimização)
Custos Totais de Transporte	Demanda da Ásia (1,305) Capacidade do Caminhão (-0,439) Custo do Transporte Marítimo (0,346) Custo do Transporte Rodoviário p/ porto (0,343) Capacidade dos Navios (-0,260) Demanda da Europa (0,233) Eficiência Energética do Transporte Rodoviário de Cargas (-0,186)	(1) Fomento de novos parceiros comerciais internacionais mais próximos ao Brasil (redução pressão na intensidade de transporte); (2) Fomento à expansão de caminhões maiores em corredores rodoviários mais seguros e com melhor qualidade de via, quando viáveis; (3) Melhorias nas condições viárias; (4) Fomento na redução dos custos do transporte marítimo a partir do aumento da eficiência operacional dos navios, portos e terminais; (5) Fomento da ampliação da profundidade dos canais de acesso e dos berços de atracação dos portos e terminais a partir de investimentos em operações de dragagens, bem como, fomento para investimentos de novos terminais de uso privativo em regiões de águas naturais profundas, de forma a possibilitar o atracamento de navios maiores para exportação de grãos; (6) Fomento na redução dos custos do transporte rodoviário de longa distância para os portos a partir de pacotes tecnológicos que fomentem a melhoria na produtividade operacional, melhoria na qualidade das rodovias brasileiras; e, (7) Uso de novas tecnologias, práticas de <i>eco-driving</i> , renovação de frota e melhorias nas condições viárias visando fomentar o aumento da eficiência energética dos caminhões no transporte de cargas.
Emissões de CO ₂	Demanda da Ásia (1,197) Capacidade dos Navios (-0,534) Eficiência Energética do Transporte Rodoviário de Cargas (-0,219) Capacidade dos Caminhões (-0,210)	(1), (2), (5) e (7);
Perdas	Demanda da Ásia (0,264) Custo do Transporte Rodoviário p/ porto (0,189)	(1), (6) e (8) Fomento do mercado doméstico de processamento de soja como substituição às exportações, principalmente para a Ásia.
Demanda de Caminhões	Demanda da Ásia (1,346) Jornada de Trabalho do Motorista (-0,916) Capacidade do Caminhão (-0,790) Custo do Transporte Rodoviário p/ porto (-0,672) Velocidade Média do Transporte Rodoviário (-0,661) Capacidade dos terminais ferroviários (-0,259) Demanda do Mercado Doméstico (0,336) Tempo de carregamento e descarregamento do transporte rodoviário (0,291) Demanda da Europa (0,254)	(1), (2), (6), (9) Ampliação da jornada de trabalho do motorista de forma a ampliar o tempo disponibilizado de transporte através, por exemplo, do aumento do número de motoristas, respeitando a legislação; (10) Fomento do aumento da velocidade média do transporte rodoviário de cargas a partir de investimento na melhoria das condições das rodovias brasileiras de forma a garantir segurança no trânsito e aumento da produtividade; (11) Ampliação da capacidade de movimentação de grãos nos terminais ferroviários; e, (12) Fomento da melhoria na produtividade operacional nos tempos de carregamento e descarregamento do transporte rodoviário a partir de melhores práticas de gestão e investimentos de tecnologias.

Fonte: elaborado pelo autor

Em uma primeira abordagem de forma a identificar os parâmetros mais elásticos relacionados ao modelo de *green logistics* da soja sob uma ótica de minimização dos custos totais de transporte, ficou evidente a constatação de soluções do tipo *trade-off* e do tipo *win-win* para as variáveis mais importantes envolvendo custos, emissões e perdas. Os principais



trade-offs analisados que melhoram o custo total de transporte e as emissões de gases de efeito estufa, porém ampliam as perdas nas atividades logísticas: aumento da capacidade dos terminais ferroviários; aumento da capacidade dos terminais hidroviários; redução do custo do transporte ferroviário; redução do custo do transporte hidroviário; aumento da eficiência energética do transporte ferroviário; e, aumento da velocidade média do transporte ferroviário. Os *trade-offs* identificados que melhoram os custos totais de transporte e as perdas, porém pioram as emissões de CO₂: redução do custo do transporte rodoviário para o porto; aumento da jornada de trabalho do motorista; e, aumento da velocidade média do transporte rodoviário. As principais soluções do tipo *win-win* identificadas: redução da demanda da Ásia; redução da demanda da Europa; redução da demanda do mercado doméstico; aumento da capacidade de carga dos caminhões; e, aumento da eficiência energética do transporte rodoviário.

Uma série de políticas empresariais e públicas podem ser desenvolvidas. No caso do transporte rodoviário, as principais políticas recomendadas envolvem: estruturação de programas de renovação de frota de veículos pesados, compreendendo a retirada de caminhões antigos e de baixa eficiência energética, para veículos mais modernos, com níveis de eficiência superiores ao padrão médio; investimentos em melhorias da qualidade e quantidade de rodovias no país; implementação de práticas de *eco-driving* por meio de treinamento de motoristas, de forma que os efeitos práticos das novas tecnologias de caminhões e melhorias das condições viárias se tornem efetivas. Muito se discute em promover investir pesadamente em ferrovia e hidrovia, mas há muitas oportunidades para o aumento da produtividade do transporte rodoviário com vistas à redução de custos, emissões e perdas, identificadas pela pesquisa. Para os transportes ferroviário e hidroviário: Expansão da rede de ferrovias e hidrovias. Um país de dimensões continentais como o Brasil, com distâncias elevadas de transporte, é fundamental transportar por meios mais eficientes do ponto de vista ambiental quanto do ponto de vista econômico. No transporte marítimo: Ficou evidente a importância da substituição de navios de exportação da soja para Europa e Ásia para navios maiores, decorrentes das economias de escala tanto do custo de transporte quanto das emissões de dióxido de carbono. Desta forma, é fundamental promover políticas que incentivem a construção de terminais portuários em regiões de profundidade operacional para recepção de navios maiores; investimentos em obras de infraestrutura para promover a expansão da profundidade dos canais de acesso em terminais/portos existentes; bem como, promover a acessibilidade terrestre aos terminais com a vantagem competitiva de atracação/desatracação de navios maiores.

Referências

- Ballou, R. H. (2007). The evolution and future of logistics and supply chain management. *European Business Review*, 19(4), 332–348. <https://doi.org/10.1108/09555340710760152/>
- McKinnon, A. C. (2015). Environmental sustainability: A new priority for logistics managers. In A. C. McKinnon, M. Browne, A. E. Whiteing, & M. Piecyk (Orgs.), *Green logistics : improving the environmental sustainability of logistics* (3rd ed, p. 3–26). Kogan Page.
- Gružauskas, V., Baskutis, S., & Navickas, V. (2018). Minimizing the trade-off between sustainability and cost effective performance by using autonomous vehicles. *Journal of Cleaner Production*, 184, 709–717. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2018.02.302>
- Zhang, W., Zhang, M., Zhang, W., Zhou, Q., & Zhang, X. (2020). What influences the effectiveness of green logistics policies? A grounded theory analysis. *Science of The Total Environment*, 714, 136731. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2020.136731>
- Van der Byl, C. A., & Slawinski, N. (2015). Embracing Tensions in Corporate Sustainability: A Review of Research From Win-Wins and Trade-Offs to Paradoxes and Beyond. *Organization & Environment*, 28(1), 54–79. <https://doi.org/10.1177/1086026615575047>



2. Descarbonização dos corredores logísticos no Brasil: oportunidades e desafios

Tais Fonseca de Medeiros (Banco Mundial)

As atividades logísticas, especialmente o transporte de carga, desempenham um papel crucial no desenvolvimento econômico, como demonstram pesquisas do Banco Mundial (2018) sobre o Indicador de Desempenho Logístico¹. Esse indicador demonstra uma forte correlação entre as capacidades logísticas de um país e seu PIB per capita, evidenciando a importância do bom desempenho logístico para o crescimento econômico, diversificação e redução da pobreza. Embora a logística seja predominantemente executada por operadores privados, tem se tornado uma preocupação de políticas públicas dos governos nacionais, pois é considerada um habilitador do processo de desenvolvimento.

No entanto, o custo ambiental da logística é significativo, principalmente em relação às emissões de poluentes atmosféricos e de gases de efeito estufa. No Brasil, o transporte de carga é responsável por cerca de 52% das emissões totais de CO₂². Esse cenário é um reflexo de uma matriz de carga dependente do transporte rodoviário - dos 366 bilhões de toneladas-quilômetros transportados em 2019, 65% foram transportados por caminhões, apenas 20% por vias navegáveis e 15% por ferrovias. O país conta com 1,563 milhões de quilômetros de rodovias (sendo apenas 13,5% pavimentadas), enquanto há apenas 30 mil quilômetros de ferrovias e 22 mil quilômetros de hidrovias economicamente navegáveis³. A dependência quase total do movimento de carga em veículos movidos a combustíveis fósseis e a expectativa de um aumento na demanda de transporte de toneladas-km de carga nos próximos 30 anos tornam a descarbonização da logística um desafio considerável.

Uma das estratégias para descarbonizar a logística é a transferência de carga para modos de transporte com baixas emissões de carbono. As ferrovias são um modo relativamente eficiente em termos de combustível e energia, fornecendo uma alternativa atraente e econômica a outros modos de transporte. A redução das emissões e o objetivo relacionado de eficiência energética não dependem apenas da eficiência técnica das operações ferroviárias, mas também da capacidade das ferrovias em atrair tráfego de modos mais intensivos em energia. No entanto, há uma limitação clara no quanto as ferrovias podem ser usadas como alternativa ao transporte rodoviário de carga. Estudos indicam que o impacto acumulativo das ferrovias é relativamente pequeno no curto prazo, talvez 10-15% no máximo⁴, uma vez que sua implementação exige principalmente despesas de capital e só pode ser realizada em um período relativamente longo.

Diversos aspectos infraestruturais, regulatórios e comerciais apresentam desafios para a promoção de uma mudança para modos mais eficientes em energia no Brasil. O país possui

¹ Banco Mundial (2018) Conectando-se para Competir 2018: Logística de Comércio na Economia Global. O Índice de Desempenho Logístico e seus Indicadores. Washington DC

² Análise das Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil e suas Implicações para as Metas Climáticas do País 1970-2019. Sistema de Estimativa de Emissão de Gases de Efeito Estufa - SEEG 8: Observatório do Clima, 2020. Disponível em: https://seeg-br.s3.amazonaws.com/Documentos%20analiticos/Seeg_8/Seeg8_Doc_Analitico_Sintese_1990-2019.Pdf

³ CNT - Confederação Nacional do Transporte (2017). Boletim Estatístico CNT – Fev. 2017. Disponível em: <http://www.cnt.org.br/Boletim/boletim-estatistico-cnt>.

⁴ Descarbonização de ferrovias de passageiros e carga não suburbanas. Banco Mundial, 2021.

dimensões continentais e uma infraestrutura de transporte altamente heterogênea. A baixa capilaridade das ferrovias e hidrovias e as grandes distâncias rodoviárias percorridas para acessá-las reduzem a competitividade do transporte de carga multimodal. O alto grau de concentração de concessionárias ferroviárias distorce a formação dos valores de frete para transporte por trem, dando vantagens de mercado ao provedor de logística na precificação dos serviços.

Uma política de transferência modal requer, portanto, alto investimento em ferrovias e hidrovias, visando a uma matriz de transporte mais equilibrada. Contudo, o que se observa é que o crescimento da produção e da atividade econômica no país tem superado a expansão da infraestrutura de transporte, em virtude da baixa taxa de investimento observada ao longo dos anos. A agricultura tem aumentado sistematicamente sua produção e produtividade, ultrapassando 200 milhões de toneladas de soja e milho por ano, e a produção deve ultrapassar 300 milhões de toneladas em 2030, conforme o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) em 2020. Por outro lado, nos últimos anos, o nível de investimento em infraestrutura de transporte no país atingiu 0,5% do Produto Interno Bruto (PIB)⁵. Considerando a capacidade limitada de infraestrutura ferroviária e hidroviária, é de se esperar que demanda reprimida de carga continue a ser absorvida por caminhões.

Aumentar a eficiência logística e promover a transição energética pode ter, portanto, um impacto comparativamente maior no consumo de energia geral do movimento de carga em um prazo muito mais curto. Essas estratégias se reforçam mutuamente e tem maior impacto quando associadas. O framework Evitar-Transferir-Melhorar (do inglês, Avoid-Shift-Improve), classifica essas medidas em três tipos: (i) medidas para evitar cargas vazias e ineficiências na cadeia de suprimentos; (ii) transferir parte da carga para modos mais eficientes como ferrovias e hidrovias; e (iii) melhorar a tecnologia ou eficiência energética.

A ociosidade do veículo representa um prejuízo ao meio ambiente e uma ineficiência alocativa econômica, pois resulta em desperdício de recursos e não afeta os custos fixos. Infelizmente, a ociosidade é frequentemente observada durante as operações logísticas, como evidenciado por um estudo que entrevistou 292 empresas de transporte rodoviário de carga, das quais 82,5% relataram que seus ativos de transporte operaram sem carga em algum momento, enquanto 19,2% afirmaram que seus veículos circulam vazios durante metade dos quilômetros percorridos mensalmente⁶. A redução da ociosidade do transporte, seja por meio de maior capacidade de carga ou de uma maior taxa de ocupação do veículo, pode aumentar a produtividade do transporte, reduzindo a demanda por viagens e, conseqüentemente, as emissões por tonelada transportada.

Outra alternativa é melhorar a eficiência energética ou utilizar combustíveis alternativos. No Brasil, foram desenvolvidas algumas políticas e iniciativas com o objetivo de promover padrões de eficiência energética para veículos pesados, incluindo ações sobre qualidade do ar,

⁵ PÉRA, T.G.; ROCHA, F.V.; BASTIANI, F.P.; SANTOS, R.M.; COSTA, E.V. Transporte Rodoviário de Cargas. Série Logística do Agronegócio – Oportunidades e Desafios, V.5, 2021, 39 p., Grupo ESALQ-LOG/USP, Piracicaba, Brasil.

⁶ Confederação Nacional do Transporte - CNT. (2015). Pesquisa CNT sobre eficiência energética no transporte rodoviário de carga. Brasília: CNT. Disponível em: <http://www.cnt.org.br/estudo/sondagem-eficiencia-energetica>. Acessado em: 04 de março de 2022.



combustíveis alternativos e eficiência de combustível⁷. No entanto, em comparação com outros países, ainda há relativamente poucas ações relacionadas à tecnologia de veículos para reduzir o consumo de energia no Brasil⁸. O Brasil deve estar receptivo ao desenvolvimento de tecnologias alternativas, como veículos elétricos e a hidrogênio, que representam rotas de descarbonização em desenvolvimento pelos países comprometidos com as metas de emissão.

Para reduzir as emissões de carbono, o Brasil deve implementar um conjunto de estratégias complementares. Estratégias isoladas não serão capazes de mitigar significativamente (e talvez até zero) as emissões no transporte de carga no Brasil. Além dos benefícios ambientais, a descarbonização implicará em um transporte de carga mais competitivo, reduzindo os custos de transporte e aumentando a competitividade dos produtos brasileiros.

⁷ IEA - Agência Internacional de Energia; EPE - Empresa de Pesquisa Energética; MME - Ministério de Minas e Energia. Transporte Rodoviário de Carga no Brasil 2021. Referência Internacional.

⁸ ARAUJO, C.S.C. Transporte de carga no Brasil: uma avaliação e perspectiva para melhorar o desempenho ambiental. O Conselho Internacional de Transporte Limpo - ICCT. Set. 2021.



3. A logística das commodities nas novas fronteiras agrícolas: características, premissas e propostas

Elisângela Pereira Lopes (Confederação Nacional da Agricultura – CNA)

O crescimento da população e o processo de migração de famílias das áreas rurais para cidade são fatores que influenciam a demanda por serviços de grande escala. Segundo a Organização das Nações Unidas – ONU (2022), a estimativa do número de habitantes mundial é de 8,5 bilhões em 2030 e, entre 9,7 bilhões em 2050. Até 2030 projeta-se que a proporção dos moradores em áreas urbanas no mundo deverá ser de 70,0%, enquanto que no Brasil, a expectativa é que esse percentual equivalha a 89,3%.

Para abastecer a crescente população mundial, o setor agropecuário – principal fonte de suprimento e alimentos –, conta a produção brasileira, notadamente nas fronteiras agrícolas brasileiras. Essas encontram-se situadas nas regiões Centro-Oeste, Norte e nos 336 municípios que compõem o Matopiba, acrônimo formado pelos estados do Tocantins e parte do Maranhão, Piauí e Bahia. O Ministério da Agricultura e Pecuária do Brasil – Mapa (2018) observa que tais áreas são planas e extensas, de solos potencialmente produtivos e com disponibilidade de água e clima adequado, tornando-se propícias para a agricultura moderna.

Com essas vantagens, notou-se que entre 2009 a 2022, nas regiões acima do Paralelo 16 do mapa do Brasil, a produção de grãos cresceu 113,9 milhões de toneladas e a exportação 45,1 milhões de toneladas. Em 2022, a produção de soja e milho nas região Centro-Norte do país (destaque para Mato Grosso e Pará) e no MATOPIBA totalizaram 169,9 milhões de toneladas ou 71,2% e, novamente, superaram a colheita do restante do país (68,7 milhões de toneladas ou 28,8%). Entretanto, a logística de acesso ao mercado internacional ainda utiliza, predominantemente, os portos do Sul e do Sudeste (62,9%). Figura 1 apresenta a variação da produção e da exportação de soja e milho no período analisado.

Produção Grãos				Exportação Complexo Soja e Milho		
Ano	Brasil	Acima °16	Abaixo °16	Brasil	Arco Norte	Arco Sul
2009	108,0M/t	56,0M/t	52,0M/t	43,4M/t	7,2M/t	36,2M/t
2022	238,6M/t	169,9M/t	68,7M/t	140,9M/t	52,3M/t	88,6M/t
Varia.	130,6M/t	113,9M/t ↑%	16,7M/t ↓%	97,5M/t	45,1M/t ↑%	52,4M/t ↓%

Figura 1. Arco Norte: produção (soja e milho) e volume de exportação por portos (complexo soja e milho) – 2009/2022.

Fonte: CNA (2023).

Ressalta-se que as exportações em 2022 registraram um novo marco, isto é, o somatório dos volumes do complexo soja (grãos, farelo e óleo) e milho, no sistema portuário do Arco Norte (52,3 milhões de toneladas), ultrapassou a movimentação em Santos (46,8 milhões de toneladas). A diferença de 5,5 milhões toneladas (equivalente a capacidade média de um terminal portuário) indica que as ações para aumentar a oferta de estruturas portuárias que atendem as regiões de novas fronteiras agrícolas, têm surtido efeitos positivos (Lei 12.815/2013; BR-163, Ferrovia Norte Sul).

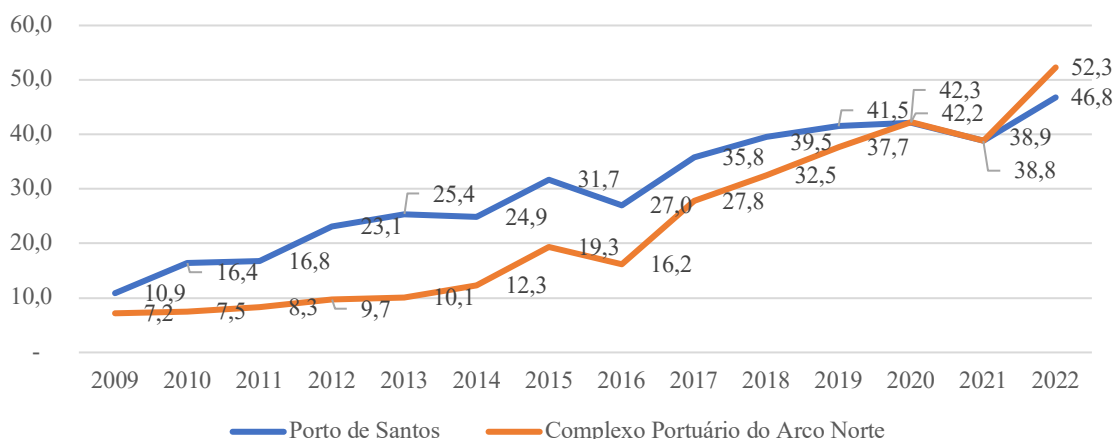


Gráfico 1. Comparativo do Desempenho Portuário de Santos e Arco Norte (2009-2022).

Entretanto, a contribuição do agronegócio para a economia seria mais efetiva no histórico de superávits na balança comercial ou das supersafras se não fossem os custos e desperdícios excessivos gerados pela falta de infraestrutura adequada. Essa deficiência se caracteriza como entrave ao escoamento da produção agrícola e motivo de perda de competitividade internacional. Altas cargas tributárias, políticas ineficientes, investimentos no setor e desequilíbrio na matriz de transporte são alguns problemas enfrentados pela cadeia produtiva.

No transporte terrestre observa-se que as estradas, na distribuição da matriz de transportes brasileira, representam mais de 60% da movimentação de passageiros e cargas. Entretanto, a extensão pavimentada não ultrapassa 12,5%, e sua condição é agravada quando consideram-se parâmetros como a qualidade do asfalto, da geometria da via e da sinalização. Ademais, de todos os produtos que trafegam em linhas férreas, somente 17,3% são agropecuários. O principal beneficiário desse modo de transporte – caracterizado pelo menor custo e maior sustentabilidade – é o minério de ferro, totalizando 76,0%. Quando se trata dos rios brasileiros, convém lembrar que o potencial navegação comercial é de 43 mil quilômetros, porém a ausência de manutenção permite – com restrições e durante determinados períodos do ano – utilizar irrisórios 29% da extensão disponível.

As estruturas essenciais para atender a etapa de armazenamento de produtos agropecuários – armazéns graneleiros –, que antecede a distribuição aos centros consumidores, não acompanham as safras recordes. O que se observa na prática é oferta inadequada e distribuição desarrazoada da capacidade estática no país. O déficit em armazenagem de grãos na Safra 2022/23 é de 122,9 milhões de toneladas (CONAB, 2023), predominantemente em regiões de novas fronteiras agrícolas. Importa registrar que no Brasil, somente 15,2% das unidades estão situadas em fazendas. No Canadá, a capacidade de armazenagem instalada nas fazendas representa 85,0%, nos Estados Unidos 65,0%, na Europa 50,0%, Argentina 40,0% e na Austrália 35,0%. O incremento contínuo da produção de grãos no Brasil constitui indicativo da necessidade de políticas públicas capazes de incentivar a modernização do setor armazenador, com níveis de tecnologias compatíveis aos alcançados na produção dos grãos.

Sabe-se que, estabelecer prioridades em infraestrutura requer planejamento, implementação e gerenciamento eficaz de planos, programas e projetos de investimentos, considerando o atendimento das necessidades públicas e o bem estar-social. Costumeiramente, proposições

voltadas à garantia de infraestruturas essenciais, como são caracterizadas por incertezas, riscos e imprecisões ambientais, financeiras, institucionais, sociais e políticas. Cada real investido em logística é revertido na redução do “Custo Brasil” e produz efeitos multiplicadores positivos, como integração entre as regiões brasileiras e aumento da produtividade e competitividade. Condições essas, propícias para o crescimento e o desenvolvimento econômico, na medida que geram emprego e renda.

Após a análise dos principais gargalos logísticos ao escoamento da produção agropecuária, com ênfase nas novas fronteiras agrícolas, a pesquisa retornou com as principais diretrizes para a formulação dos projetos de infraestrutura e logísticas, necessários para ligar o campo ao mercado consumidor. Essas envolvem: i) desenvolvimento de planos setoriais consistentes, considerando objetivos, diretrizes, princípios e instrumentos que garantam os resultados propostos; ii) oferta de projetos financeiramente atrativos, de maneira a motivar aportes de capital pela iniciativa privada, iii) atuação equilibrada e conjunta do setor público e do setor privado, na construção de marcos regulatórios setoriais adequados; iv) gestão da “coisa pública” baseada na qualidade, inovação e uso equilibrado do poder regulatório; v) formulação de regras claras e de longo prazo, que possibilitem segurança jurídica, estabilidade, transparência e sejam aderentes aos riscos dos investimentos; vi) incentivos às parcerias que viabilizem investimentos em infraestrutura e criem ambiente de competição, estímulo à livre iniciativa e mínima intervenção estatal em negócios privados; vii) equilíbrio da matriz de transporte de cargas, visando aumento da participação dos modos ferroviário e hidroviário; viii) ampliação do percentual do Produto Interno Bruto – PIB destinado a investimentos em infraestrutura, como pilar do planejamento e desenvolvimento de ações públicas e privadas para o setor de transportes; xv) integração dos modos de transportes (rodoviário, ferroviário e aquaviário) aos centros de distribuição e sistemas portuários públicos e privados (intermodalidade e multimodalidade); x) movimentação de pessoas e cargas, satisfazendo as condições de regularidade, continuidade, eficiência, segurança, atualidade, generalidade, cortesia na prestação do serviço de transporte e modicidade tarifária; e, xi) conexão do campo à cidade, abastecendo o mercado interno e externo, e ofertando às fazendas insumos e comodidades necessárias à produção.

Partindo desses gargalos e princípios mencionados, foram realizadas propostas para os setores de transportes terrestres e aquaviários, sistema portuário, armazéns e portos secos. Apenas para título exemplificativo, entre o rol de prioridades comuns aos modos de transportes, encontra-se a adoção de programas de recuperação, melhoria e adequação nos corredores de comércio e de exportação da produção, incluindo rodovias, ferrovias e rios navegáveis ou potencialmente navegáveis. Nesse sentido, elaborou-se a lista de prioridades em logística para garantir o escoamento dos produtos agropecuários aos centros de distribuição ou aos portos, em especial os do Arco Norte. Como exemplo de obras, tem-se a implantação da Ferrogrão (EF-170) que liga Sinop/MT à Miritituba/PA, com previsão de movimentação de 25 a 40 milhões de toneladas de grãos por ano. Ao todo foram elencadas 22 intervenções, distribuídas em manutenção, adequação e pavimentação de 14 trechos rodoviários (BR-020/BA/PI, BR-080/MT/GO, BR-101/SC/RS, BR-155/PA, BR-158/PA, BR-163/MT/PA, BR-230/412/232/PI/PB/PE, BR-242/MT, BR-242/BA, BR-282/470/SC, BR-280/153/SC, BR-285/RS, BR-381/MG e BR-392/471), construção de quatro ferrovias (Ferrogrão, Ferrovia Norte Sul, Ferrovia de Integração Centro-Oeste – FICO e Ferrovia de Integração Oeste-Leste – FIOL); e, dragagem, derrocamento, balizamento e sinalização de quatro rios (Madeira, Tapajós, Tocantins e Tietê Paraná).



Referências

- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – Conab (2023). Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Safra 2022/2023. Sexto levantamento. Monitoramento agrícola. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>.
- CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL – CNA. Dados Macroeconômicos do Setor Agropecuário Brasileiro. Brasília, DF, 2023.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. *World Urbanization Prospects: the 2022 revision*. Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2022.



4. Nível de maturidade para a adoção de novas tecnologias em empresas de serviços logísticos na agroindústria

Catarina Barbosa Careta (ESALQ-LOG, ESALQ/USP)

Objetivos

A Quarta Revolução Industrial, também chamada de Indústria 4.0, é marcada pela utilização de tecnologias de ponta e conceitos tecnológicos que possibilitam que as organizações se tornem mais eficientes e produtivas em seus processos. Apesar do início da Quarta Revolução Industrial ser considerado em meados de 2011, nem todas as organizações estão inseridas na Indústria 4.0, principalmente pois diversos aspectos podem influenciar a entrada das companhias na nova revolução industrial, como o país em que a organização está inserida, o porte e o segmento da empresa. Com isso, surgiram na literatura acadêmica diversos modelos de maturidade com o objetivo de medir o nível das organizações com relação à Indústria 4.0.

Devido à importância das empresas prestadoras de serviços logísticos e da agroindústria na economia brasileira, o presente trabalho buscou analisar o nível de maturidade para a adoção de novas tecnologias a partir da adaptação de um modelo de maturidade para a Indústria 4.0 que, além de abordar questões tecnológicas, também foca em questões de estrutura organizacional e pessoas. A adaptação do modelo de maturidade foi necessária devido à falta da perspectiva científica para o segmento de serviços.

Aparato Teórico

Os modelos de maturidade são usados como um meio para avaliar e determinar a maturidade de uma organização ou um processo de uma organização com relação a um aspecto específico determinado pelo modelo (KOHLEGGGER et al., 2009). A partir disso, o nível de maturidade da organização determinado após a utilização do modelo de maturidade, revela seus recursos com relação aos objetos determinados e possibilita uma análise da organização para direcionar melhorias (ROSEMANN; BRUIN, 2005). Na literatura acadêmica, existem vários modelos de maturidade para a Indústria 4.0. Entretanto, cada um possui suas particularidades e suas métricas para a definição do nível de maturidade. O Quadro 1 apresenta síntese dos modelos.

Quadro 1: Modelos de Maturidade

Modelo	Autores	Descrição
DREAMY (Digital Readiness Assessment Maturity Model)	Carolus et al. (2017)	As dimensões do modelo são: processo, monitoramento e controle, tecnologia e organização. São determinados 5 níveis de maturidade que vão do menos desenvolvido ao mais desenvolvido: inicial, gerenciado, definido, integrado e interoperável e orientado digitalmente. As áreas determinadas para aplicação do modelo são: gestão da logística, gestão da produção, gestão da qualidade, design e engenharia e gestão da manutenção.
Industrie 4.0 Maturity Index (ACATECH)	Schuh et al. (2017)	As dimensões do modelo são: recursos, sistemas de informação, estrutura organizacional e cultura. São determinados 6 níveis de maturidade que vão do menos desenvolvido ao mais desenvolvido: informatização, conectividade, visibilidade, transparência, capacidade preditiva e adaptabilidade. As áreas determinadas para aplicação do modelo são: desenvolvimento, produção, logística, serviços, marketing e vendas.
The IoT Technological Maturity Model	Jaeger e Halse (2017)	O modelo foca na adoção da tecnologia IOT (internet das coisas) em empresas de manufatura. São determinados 8 níveis de maturidade que vão do menos desenvolvido ao mais desenvolvido: 3.0 de maturidade, maturidade inicial para 4.0, conectado, aprimorado, inovação, integrado, extensivo e maturidade 4.0.
Industry 4.0- MM	Gökalp et al. (2017).	As dimensões do modelo são: gerenciamento de ativos, gerenciamento de aplicações, alinhamento organizacional, processos de transformação e gerenciamento de dados. São determinados 6 níveis de maturidade que vão do menos desenvolvido ao mais desenvolvido: incompleto, realizado, gerenciado, estabelecido, previsível e otimizado.

Metodologia da pesquisa

O modelo I4.0PME de Oliveira Júnior (2018) foi base para a realização do presente trabalho. No modelo proposto por Oliveira Júnior (2018), foram determinados 6 níveis de maturidade que foram adaptados do modelo Industrie 4.0 Maturity Index (ACATECH) de Schuh et al. (2017) e são condizentes com o cenário de gestão de serviços. Os níveis são definidos em uma escala de zero a cinco, sendo o nível 0 o de menor maturidade e o nível 5 o de maior maturidade, conforme descrito a seguir.

- Nível 0 – Inexistente: a empresa foca apenas em questões básicas, como aquisição, vendas, produção, etc. As práticas de aspecto básico ou não foram adotadas ou foram adotadas apenas parcialmente.
- Nível 1 – Informatização: já foram adotados diferentes tipos de tecnologias de informação, entretanto elas são utilizadas de maneira isolada, de modo que não há compartilhamento de informações.



- Nível 2 – Conectividade: neste nível, diferentemente do nível anterior, as tecnologias adotadas começam a ser conectadas, permitindo um melhor compartilhamento de dados, mas ainda não um compartilhamento total para a empresa.
- Nível 3 – Visibilidade: os dados são disponibilizados em tempo real para toda a organização. Aqui, são observados os primeiros benefícios da adoção de novas tecnologias para a organização.
- Nível 4 – Transparência: neste nível, a organização percebe de maneira melhor os benefícios da adoção de novas tecnologias. Também, as tecnologias possibilitam a análise de dados heterogêneos.
- Nível 5 – Adaptabilidade: as tecnologias possibilitam que a empresa consiga simular cenários, antecipar problemas, de modo que permitem uma melhor tomada de decisão. Além disso, as empresas que estão no nível 5 possuem uma adaptação contínua.

As perguntas foram divididas em três aspectos, sendo elas perguntas sobre Organização, Tecnologia e Pessoas. As perguntas sobre Tecnologia abordavam questões de Tecnologia da Informação, Gestão de Dados e Internet das Coisas. As perguntas da Organização abordavam questões de estratégia organizacional e cultura organizacional. As perguntas de Pessoas abordavam questões de abertura à inovação e competências em tecnologias. A relação de questões é apresentada no Quadro 2.

Quadro 2 - Questões

Tema da Pergunta	Pergunta
Organização	Consideração sobre o alinhamento das estratégias e cultura organizacional para a implementação de novas tecnologias
Organização	Em qual estágio a empresa estará, do ponto de vista estratégico e cultural, nos próximos 5 anos?
Organização	Quão dinâmico e personalizável para o cliente é o sistema de preços?
Organização	Até que ponto a empresa considera as práticas da Indústria 4.0 e o uso de novas tecnologias no processo de planejamento?
Organização	Até que ponto a infraestrutura de TI atende ao uso de novas tecnologias da modernização e da indústria 4.0?
Organização	Classificação dos investimentos em inovação e tecnologia dos últimos dois anos
Organização	Até que ponto são analisados os dados do cliente para aumentar a percepção do cliente
Organização	Qual a importância do uso de análise de dados (dados do cliente e produtos) para o modelo de negócio?
Organização	Avaliação da capacidade de criar valor a partir de dados
Organização	Avaliação das práticas de desenvolvimento contínuo disponibilizadas pela empresa para seus colaboradores para uso de tecnologias atuais e novas
Organização	Avaliação da capacidade da empresa de se adaptar às mudanças
Tecnologia	Consideração sobre o alinhamento das tecnologias da empresa para a indústria 4.0?
Tecnologia	Em qual estágio a empresa estará, do ponto de vista tecnológico, nos próximos 5 anos?
Tecnologia	Até que ponto o sistema integrado de gestão empresarial (ERP) ou similar é usado para controlar seu processo de gestão?
Tecnologia	Até que ponto o processo de comercialização é informatizado (por exemplo, compras com os fornecedores, análise dos produtos, gerenciamento dos estoques, análise de perdas, vendas, etc.)?
Tecnologia	Avaliação sobre o uso que a empresa faz do cloud computing – computação em nuvem?
Tecnologia	Avaliação sobre o fluxo de informações integradas entre as áreas da empresa



Tecnologia	Avaliação sobre o fluxo de informações entre a empresa e seus fornecedores e também entre a empresa e seus clientes
Tecnologia	Até que ponto os processos da empresa podem ser considerados seguros do ponto de vista da segurança da informação?
Tecnologia	Até que ponto os arquivos estão armazenados na nuvem?
Tecnologia	Classificação do uso de ferramentas para a tomada de decisão baseadas em dados (como por exemplo, uso da ferramenta de BI - Business Intelligence, como Power BI, Excel, etc.)
Tecnologia	Até que ponto a empresa tem uma visão em tempo real de suas vendas e pode reagir dinamicamente às mudanças na demanda?
Pessoas	Como você considera a resistência às mudanças, abertura à inovação e desenvolvimento de competências de sua empresa para a adoção de novas tecnologias?
Pessoas	Em qual estágio a empresa estará, do ponto de vista das pessoas, nos próximos 5 anos?
Pessoas	Qual a importância das novas tecnologias, como análise de dados, computação em nuvem, sistemas integrados de gestão, entre outros, em possibilitar novos negócios?
Pessoas	Como você avalia a sua capacidade de se adaptar às mudanças?
Pessoas	Como você avalia as suas habilidades quando se trata dos requisitos da indústria 4.0 e da adoção de novas tecnologias?
Pessoas	Até que ponto a organização colabora em tópicos da adoção de novas tecnologias com parceiros externos como fornecedores ou clientes?

Conclusões

A presente pesquisa teve como alvo empresas que atuam em operações de serviços. Especificamente, buscou-se analisar organizações atuantes no transporte da agroindústria. No decorrer do projeto pode-se constatar que ainda há uma série de tecnologias que poderiam ser utilizadas no apoio à gestão das transportadoras.

A opção por este grupo de organizações baseou-se na importância econômica e social que apresentam e na possibilidade de colaborar positivamente na ampliação de seu desenvolvimento. Devido às grandes distâncias do centro produtor com o mercado consumidor, é necessária uma minimização de custos ao produtor, a fim de incrementar a competitividade dos produtos nacionais, que pode ser obtida através de uma administração da cadeia de suprimentos eficiente. A utilização de tecnologias de auxílio à administração da cadeia de suprimentos pode ser uma abordagem eficaz na redução de custos ao produtor, às transportadoras e ao consumidor dos produtos, além de fornecer visibilidade em tempo real, um intercâmbio eficiente de dados e mais flexibilidade na reação frente a mudanças.

Referências

GÖKALP, E. et al. Development of an Assessment Model for Industry 4.0: Industry 4.0-MM. In: International Conference on Software Process Improvement and Capability Determination, p. 128-142. 2017.

JÆGER, Bjørn; HALSE, Lise Lillebrygfjeld. The IoT Technological Maturity Assessment Scorecard: A Case Study of Norwegian Manufacturing Companies. In: IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems, p. 143-150. 2017.

JÚNIOR, Oliveira et al. Modelo de maturidade para a indústria 4.0 para PME's brasileiras: um estudo de caso em uma indústria de ração animal. 2018. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018.

KOHLEGGGER, M.; MAIER, R.; THALMANN, S. Understanding maturity models results of a structured content analysis. Proceedings of IKNOW '09 and ISEMANTICS '09, n. September, p. 51-61, 2009.



ROSEMANN, Michael; BRUIN, Tonia De. Towards a Business Process Mangement Maturity Model. ECIS 2005 Proceedings of the Thirteenth European Conference on Information Systems, n. May, p. 26–28, 2005.

SCHUH, G. et al. Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies (ACATECH STUDY), Munich, 2017.